

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

ГЛАВНОЕ УПРАВЛЕНИЕ ПО ОБРАЗОВАНИЮ
МОГИЛЕВСКОГО ОБЛАСТНОГО ИСПОЛНИТЕЛЬНОГО КОМИТЕТА

УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ
«МОГИЛЕВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ КОЛЛЕДЖ»

УТВЕРЖДАЮ

Директор колледжа

_____ С.Н.Козлов

29.08.2018

ЭЛЕКТРОБЕЗОПАСНОСТЬ

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ
ПО ИЗУЧЕНИЮ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ,
ЗАДАНИЯ НА ДОМАШНЮЮ КОНТРОЛЬНУЮ РАБОТУ
ДЛЯ УЧАЩИХСЯ ЗАОЧНОЙ ФОРМЫ ОБУЧЕНИЯ
ПО СПЕЦИАЛЬНОСТИ 2-53 01 05
«АВТОМАТИЗИРОВАННЫЕ ЭЛЕКТРОПРИВОДЫ»

Автор: Михальцова Е.Л., преподаватель учреждения образования
«Могилевский государственный политехнический колледж»

Рецензент: Комоза Т.Ф., преподаватель учреждения образования
«Могилевский государственный политехнический колледж»

Разработано на основе типовой учебной программы по учебной
дисциплине «Электробезопасность», утвержденной Министерством об-
разования Республики Беларусь, 04.12.2013

Обсуждено и одобрено
на заседании цикловой комиссии
электротехнических дисциплин

Протокол № ____ от _____

Пояснительная записка

Программа дисциплины «Электробезопасность» составлена в соответствии с типовым учебным планом специальности 2-53 01 05 «Автоматизированные электроприводы».

Целью изучения дисциплины является приобретение учащимися знаний системы организационных и технических мероприятий и средств, обеспечивающих защиту людей от вредного и опасного воздействия электрического тока, электрической дуги, электромагнитного поля и статического электричества.

Цель преподавания учебной дисциплины - развитие современного технического мышления, формирование профессиональной компетентности в области электробезопасности.

Изучение учебной дисциплины «Электробезопасность» базируется на знаниях, полученных учащимися в ходе изучения таких учебных дисциплин, как «Физика», «Электротехнические измерения», «Охрана труда», «Электрические машины», «Электрические аппараты», «Монтаж, наладка, техническое обслуживание и ремонт электрооборудования».

В ходе преподавания учебной дисциплины необходимо обращать особое внимание учащихся на то, что электрический ток представляет серьезную опасность для жизни человека и задача обеспечения электробезопасности имеет важное народно-хозяйственное значение, поскольку в настоящее время практически все области трудовой деятельности человека связаны с использованием электрической энергии.

Для обеспечения должного уровня подготовки специалистов в процессе изучения учебной дисциплины рекомендуется использовать технические и электронные средства обучения.

Программой определены цели изучения каждой темы, спрогнозированы результаты их достижения в соответствии с уровнями усвоения учебного материала.

В результате изучения дисциплины учащиеся должны знать на уровне представления:

- основные требования при обслуживании электроустановок потребителей;
- виды ответственности при производстве работ в электроустановках;
- последствия нарушения правил электробезопасности;
- знать на уровне понимания:
- требования к электротехническому персоналу;

- назначение и применение средств защиты людей от поражения электрическим током;
 - организационные и технические мероприятия, обеспечивающие безопасность работ;
 - меры безопасности при монтаже и эксплуатации электроустановок потребителей;
 - последовательность оказания первой (доврачебной) помощи пострадавшим от электрического тока;
- уметь:
- применять при выполнении работ в электроустановках средства защиты от поражения электрическим током;
 - организовывать безопасное производство работ в электроустановках;
 - производить измерения и испытания электрооборудования;
 - освобождать пострадавшего от воздействия электрического тока и оказывать первую помощь.

В программе приведены примерные критерии оценки результатов учебной деятельности учащихся по учебной дисциплине, разработанные на основе десятибалльной шкалы и показателей оценки результатов учебной деятельности обучающихся в учреждениях среднего специального образования (постановление Министерства образования Республики Беларусь от 29.03.2004 № 17).

Приведенный в программе тематический план является рекомендательным. Предметная (цикловая) комиссия учреждения образования может вносить обоснованные изменения в содержание программного учебного материала и распределение учебных часов по темам в пределах общего бюджета времени, отведенного на изучение учебной дисциплины. Все изменения должны быть утверждены заместителем руководителя учреждения образования по учебной работе.

Для закрепления теоретических знаний и формирования у учащихся практических умений программой учебной дисциплины предусмотрено проведение практических и лабораторных занятий.

Контрольная работа – одна из форм проверки теоретических знаний учащихся и их умения практически реализовывать теорию при решении задач. При изучении курса «Электробезопасность» учащиеся заочного отделения специальности 2-53 01-05 «Автоматизированные электроприводы» в соответствии с учебным планом выполняют одну домашнюю контрольную работу.

Общие методические рекомендации по выполнению домашней контрольной работы

Вариант домашней контрольной работы определяется по таблице вариантов (таблица 10), которая содержит последнюю и предпоследнюю цифры шифра учащегося. Каждый вариант состоит из двух задач и одного теоретического вопроса по таблице 1.

При выполнении контрольной работы необходимо:

- переписать задание и выполнить его как можно полнее, выполнив необходимые расчёты и пояснения;
- изобразить поясняющие схемы или графики;
- привести перечень использованной литературы, оформленный в соответствии с ГОСТом.

Контрольная работа должна быть выполнена в тетради, четким и разборчивым подчерком, без исправлений и помарок.

На каждой странице обязательны поля для замечаний и рецензий.

На обложке тетради указываются название дисциплины, фамилия, инициалы учащегося, его группа и шифр.

Работа представляется на заочное отделение в соответствии с установленным учебным графиком срок. По получении прорецензированной работы учащийся должен выполнить указания рецензента, исправить все отмеченные ошибки и повторить недостаточно усвоенный материал.

Контрольная работа предъявляется преподавателю при сдаче экзаменов. Контрольная работа, выполненная не в соответствии с вариантом, не зачитывается и возвращается без оценки.

Не зачтенная работа должна быть исправлена и до начала сессии представлена на заочное отделение.

Критерии оценки домашней контрольной работы

Домашняя контрольная работа считается зачтенной, если правильно выполнено 75% задания, но имеются недоработки, а именно:

- незначительные замечания по ответам на теоретические вопросы;

- имеются нарушения в оформлении работы;

Домашняя контрольная работа считается не зачтенной, если:

- работа выполнена не в соответствии с шифром;
- ответы на теоретические вопросы даны не по существу;
- не выполнено одно из заданий или выполнено неверно.

Программа учебной дисциплины

Введение

Цели и задачи учебной дисциплины «Электробезопасность», ее связь с другими учебными дисциплинами, значение в системе подготовки специалиста

Актуальность проблемы обеспечения безопасных условий труда и предотвращения электротравматизма. Система нормативно-правовых актов Республики Беларусь в области электробезопасности и охраны труда

Литература: [9], с.5-14

Раздел 1 Основы электробезопасности

Тема 1.1 Общие сведения об электробезопасности

Основные термины и понятия в области электробезопасности

Литература: [7], с.4-7; [9], с.9-15

Вопросы для самоконтроля

- 1 Дайте определение понятию «Электробезопасность»
- 2 Что называется однофазным прикосновением?
- 3 Что называется двухфазным прикосновением?
- 4 Какой ток называется судорожным неотпускающим?
- 5 Какой ток называется фибрилляционным?
- 6 Что такое электротравма?

Тема 1.2 Организация труда и электробезопасности

Служба охраны труда. Обязанности и права административно-технического персонала по электробезопасности. Контроль за соблюдением правил и норм по электробезопасности. Допуск персонала

Основные требования по электробезопасности к лицу, ответственному за электрохозяйство, а также к электротехническому, электротехнологическому и неэлектротехническому персоналу

Классификация электроустановок и производственных помещений. Причины электротравм и профилактика поражения электрическим током

Литература: [4], с.144-155; [7], с.36-40; [9], с.15-19; [10], с.83-90

Вопросы для самоконтроля

- 1 Кто допускается к обслуживанию электроустановок?
- 2 Приведите классификацию помещений по степени опасности поражения электрическим током.
- 3 Назовите причины поражения током (технические, организационно-технические, социальные и др).
- 4 Назовите требования к персоналу, обслуживающему электрические установки.
- 5 Охарактеризуйте группы допуска по электробезопасности.

Раздел 2 Электротравматизм и защитные меры**Тема 2.1 Электротравмы и первая помощь пораженному электрическим током**

Характеристика поражения организма человека электрическим током

Первая (доврачебная) помощь пострадавшим от электрического тока. Способы освобождения от действия электрического тока в электроустановках напряжением до 1000 В и свыше 1000 В

Литература: [4], с.187-194; [7], с.186-202; [9], с.36-46

Вопросы для самоконтроля

- 1 Опишите действие тока на организм человека
- 2 Перечислите, от каких факторов зависит исход поражения током.
- 3 Какие токи называют пороговыми ощутимыми?
- 4 Объясните порядок оказания первой доврачебной помощи при электропоражении.
- 5 Перечислите способы освобождения пострадавшего от действия тока.

Тема 2.2 Анализ опасности электроустановок

Виды работ в электроустановках. Характеристика опасности поражения током в различных электрических сетях

Первичные критерии электробезопасности

Схемы прикосновения в различных электрических сетях

Организационные и технические мероприятия, обеспечивающие безопасность работ

Расчет и оценка опасности поражения электрическим током в различных сетях

Литература: [4], с.15-28, 164-184; [7], с.102-118, 16-36

Вопросы для самоконтроля

1 Назовите основные технические мероприятия по защите от электротравматизма.

2 Назовите основные организационные мероприятия по защите от электротравм.

3 Объясните опасность поражения в сетях с изолированной нейтралью.

4 Объясните опасность поражения в сетях с заземленной нейтралью.

5 Охарактеризуйте опасность однофазного и двухфазного прикосновения к токоведущим частям.

Тема 2.3 Меры защиты в электроустановках

Классификация мер защиты по принципу действия, их основные характеристики

Зануление: определение, принцип действия, область применения, недостатки, конструктивное выполнение. Повторное заземление провода

Рабочее и защитное заземление: определение, принцип действия, область применения, недостатки, конструктивное выполнение

Устройство защитного отключения: состав изделия, принцип действия, основные типы, область применения

Меры защиты от поражения электрическим током из-за прикосновений к токоведущим частям под напряжением

Литература: [4], с.29-70; [7], с.36-74; [10], с.104-122

Вопросы для самоконтроля

1 Укажите, какие сети заземляют в обычных помещениях и в опасных.

2 Перечислите меры защиты от электрических травм.

3 Назовите защитное свойство заземления.

- 4 Что используется в качестве искусственных и естественных заземлителей?
- 5 Назовите защитное свойство зануления.
- 6 Перечислите составляющие системы зануления.
- 7 Перечислите требования к УЗО.
- 8 Дайте определение напряжению прикосновения и шага.
- 9 Где используется двойная изоляция?
- 10 Какие напряжения называются «малыми»?

Тема 2.4 Средства защиты в электроустановках

Основные требования безопасности при обслуживании электроустановок. Классификация электрозащитных средств, их назначение, способы применения. Нормативные требования к комплектованию электроустановок защитными средствами

Литература: [4], с.71-106; [7], с.75-92; [9], с.20-35; [10], с.173-193

Вопросы для самоконтроля

- 1 Приведите классификацию электрозащитных средств.
- 2 Какие средства защиты в электрических установках относятся дополнительным?
- 3 Какие средства защиты в электрических установках относятся к основным?
- 4 Перечислите требования безопасности при работе с ручным электрическим инструментом.
- 5 Перечислите особенности конструкции электромонтажного инструмента.

Раздел 3 Защита от статического электричества, электрических и электромагнитных полей

Тема 3.1 Статическое электричество и защита от него

Причины возникновения зарядов статического электричества

Мероприятия по защите от статического электричества

Молниезащита: виды, категории

Литература: [4], с.71-94, 134-136; [7], с.203-226

Вопросы для самоконтроля

- 1 Перечислите причины возникновения статического электричества.
- 2 Укажите мероприятия по защите от статического электричества.
- 3 Перечислите средства индивидуальной защиты от зарядов статического электричества.
- 4 Перечислите средства коллективной защиты от статического электричества.
- 5 Назовите виды и категории молниезащиты.

Тема 3.2 Защита от воздействия электрических и электромагнитных полей

Характеристика электрических и электромагнитных полей, причины их возникновения, воздействие на человека

Методы защиты от воздействия электрических и электромагнитных полей

Литература: [11], с.209-240

Вопросы для самоконтроля

- 1 Назовите источники электромагнитных полей на производстве.
- 2 Охарактеризуйте вредное влияние электромагнитных полей на человека.
- 3 Перечислите коллективные методы защиты от воздействия электрических и магнитных полей.
- 4 Перечислите индивидуальные способы защиты от воздействия электрических и магнитных полей.
- 5 Какие органы человека наиболее уязвимы к действию электромагнитных полей?

Раздел 4 Безопасность труда в электрохозяйствах**Тема 4.1 Техника безопасности при монтаже и наладке электрооборудования**

Основные технические, организационные мероприятия, обеспечивающие безопасность работ при монтаже и наладке электрооборудования

вания. Меры безопасности при монтаже и наладке электрооборудования. Правила пользования инструментом и приспособлениями

Литература: [4], с.164-176; [7], с.125-144; [10], с.147-171

Вопросы для самоконтроля

1 Охарактеризуйте перечень организационных мероприятий, обеспечивающих безопасность работ при монтаже и наладке электрооборудования.

2 Охарактеризуйте перечень организационных мероприятий, обеспечивающих безопасность работ при монтаже и наладке электрооборудования.

3 Перечислите основные правила пользования инструментом и приспособлениями при монтаже электрооборудования.

4 Перечислите меры безопасности при электромонтажных работах на высоте.

5 Назовите меры безопасности при работе с монтажными инструментами, механизмами и измерительными приборами.

Тема 4.2 Безопасность эксплуатации действующих электроустановок

Оперативное обслуживание. Осмотр цеховых электроустановок. Обслуживание производственных электроприводов и оперативных переключений

Литература: [9], с.47-59; [10], с.194-221

Вопросы для самоконтроля

1 Кто допускается к оперативному обслуживанию электроустановок?

2 Какую группу по электробезопасности должны иметь лица из оперативного персонала, за которыми закреплена электроустановка напряжением выше 1000 В?

3 Перечислите правила действия оперативного персонала при приемке смены.

4 Какие действия запрещено выполнять единолично при осмотре электроустановок напряжением выше 1000 В?

5 Охарактеризуйте работы в электроустановках в отношении мер безопасности выполняемые со снятием напряжения, без снятия напря-

жения на токоведущих частях и вблизи них, без снятия напряжения вдали от токоведущих частей, находящихся под напряжением.

Тема 4.3 Требования безопасности при ремонте электрооборудования

Основные технические и организационные мероприятия, обеспечивающие безопасность работ при ремонте электрооборудования

Работы по ремонту воздушных линий, кабельных линий

Литература: [7], с.129-135; [9], с.64-87

Вопросы для самоконтроля

1 Объясните правила выполнения ремонтных работ в электрических установках без снятия напряжения.

2 Объясните правила выполнения ремонтных работ в электрических установках со снятием напряжения.

3 Сколько работников и с какими квалификационными группами могут проводить работы по проверке, испытанию и ремонту связанные с подачей напряжения?

4 Что обязан выполнить электромонтер по окончании ремонтных работ?

5 Какие средства защиты необходимо использовать при выполнении ремонтных работ в электрических установках без снятия напряжения?

Тема 4.4 Меры безопасности при выполнении отдельных видов работ в электроустановках

Меры безопасности при работах на высоте, такелажных работах, эксплуатации грузоподъемных машин и механизмов, электротермических установок, электросварочных установок и аккумуляторных батарей. Ручные электрические машины и переносные светильники

Литература: [4], с.107-134; [7], с.119-124; [9], с.64-87; [10], с.194-214

Вопросы для самоконтроля

1 Какие электромонтажные работы относятся к работам на высоте?

2 Какие требования предъявляются к лестницам при работе на высоте?

3 Перечислите требования к работникам, обслуживающим аккумуляторные батареи.

4 Электрическое оборудование какого исполнения разрешено использовать в окрасочных камерах?

5 Воздействие каких опасных и вредных производственных факторов возможно на работников в процессе выполнения погрузочно-разгрузочных работ?

Раздел 5 Электробезопасность в быту

Тема 5.1 Электробезопасность вне помещения

Электросети сельской местности, на садовых участках, вблизи воздушных линий электропередачи и т. д. Основные мероприятия, обеспечивающие электробезопасность вне помещения

Литература: [7], с.151-155; [9], с.101-107

Вопросы для самоконтроля

1 Назовите особенности электротравматизма вблизи воздушных линий.

2 Каковы должны быть действия человека, увидевшего на земле оборванный провод?

3 На каком расстоянии от линии электропередач разрешено вести строительные работы?

4 Допускается ли работать с радио- и телевизионными антеннами, установленными на крыше вблизи электролиний?

5 Почему нельзя находиться без обуви на земле, работая с электроинструментом?

Тема 5.2 Электробезопасность при использовании электроэнергии в быту

Особенности электротравматизма в домовых, квартирных и коммунальных сетях. Правила использования и установки бытовой электротехники

Литература: [9], с.101-107

Вопросы для самоконтроля

- 1 Перечислите причины пожаров в электрических установках.
- 2 Как производится тушение горящего электрооборудования, находящегося под напряжением?
- 3 Назовите особенности электротравматизма в коммунальных сетях.
- 4 Перечислите правила пользования установками бытовой техники в ванных комнатах.
- 5 Перечислите правила пользования установками бытовой техники в кухонных помещениях.

Список используемых источников

1 ГОСТ 12.1.030-81. Система стандартов безопасности труда. Электробезопасность. Защитное заземление, зануление. – Москва: издательство стандартов, 1987. – 9 с.

2 Межотраслевые правила по охране труда при работе в электроустановках: утв. Постановлением Министерства труда и социальной защиты Республики Беларусь и Министерства энергетики Республики Беларусь от 30.12.08 № 205/59. – Минск: Центр охраны труда и промышленной безопасности, 2009. – 185 с.

3 Правила устройства электроустановок. – 6-е издание. – Санкт-Петербург: ДЕАН, 2004. – 464 с.

4 Белявин, К.Е. Электробезопасность при эксплуатации электроустановок / К.Е.Белявин, Б.В.Кузнецов. – Минск: Белорус.наука, 2007. – 195 с.

5 Долин, П.А. Основы техники безопасности в электроустановках / П.А.Долин. – Москва: Энергоатомиздат, 1984. – 448 с.

6 Кисаримов, Р.А. Справочник электрика / Р.А.Кисаримов. – Москва: КУБК-а, 1997. – 320 с.: ил.

7 Куценко, Г.Ф. Электробезопасность: практ.пособие / Г.Ф.Куценко. – Минск: Дизайн ПРО, 2006. – 240 с.: ил.

8 Михнюк, Т.Ф. Охрана труда и экологическая безопасность. Задачи и пасчеты: учебное пособие / Т.Ф.Михнюк. – Минск: Дизайн ПРО, 2004. – 96 с.: ил.

9 Пасютина, О.В. Охрана труда при технической эксплуатации электрооборудования: учебное пособие / О.В.Пасютина. – Минск: РИ-ПО, 2015. – 115 с.: ил.

10 Сибикин, Ю.Д. Электробезопасность при эксплуатации электроустановок промышленных предприятий: учебник для нач.проф.образования / Ю.Д. Сибикин, М.Ю. Сибикин. – 2-е издание, исправленное и дополненное. – Москва: Издательский центр «Академия», 2004. – 240 с.

11 Челноков А.А. Охрана труда: учебное пособие / А.А.Челноков. - Минск: Вышэйшая школа, 2006. - 175 с.

Задания на домашнюю контрольную работу по учебной дисциплине «Электробезопасность»

Теоретические вопросы

Приведите ответ на теоретический вопрос и, при необходимости, изобразите поясняющие рисунки или схемы.

Таблица 1- Теоретические вопросы

№ задания	Содержание задания
1	Дайте краткую характеристику производственного электротравматизма. Опишите действие электрического тока на организм человека и виды поражений электрическим током. Приведите классификацию токов по характеру воздействия на организм человека.
2	Опишите основные факторы, влияющие на исход поражения электрическим током. Приведите классификацию производственных помещений по степени опасности электропоражения.
3	Охарактеризуйте основные группы причин, влияющих на электротравматизм. Опишите комплекс организационных мероприятий, обеспечивающих безопасность труда в электроустановках.
4	Охарактеризуйте основные группы причин, влияющих на электротравматизм. Опишите комплекс технических мероприятий, обеспечивающих безопасность труда в электроустановках.
5	Охарактеризуйте требования, предъявляемые к электротехническому персоналу. Укажите категории электротехнического персонала, опишите порядок обучения и квалификационные группы по электробезопасности.
6	Опишите основные требования безопасности при оперативном обслуживании электроустановок, при производстве работ в электроустановках, по предотвращению аварий и ликвидации их последствий.
7	Опишите правила оказания первой доврачебной помощи при поражении электротоком, способы освобождения пострадавшего от действия травмирующих факторов и способы оживления организма.

Продолжение таблицы 1

№ задания	Содержание задания
8	Опишите правила организации рабочего места электромонтёра. Охарактеризуйте конструктивные особенности электро-технических изделий и их классы по способу защиты человека от поражения электротоком.
9	Охарактеризуйте категории электроустановок по напряжению и схемы их питания. Опишите влияние режима нейтрали и сопротивления изоляции сети на условия безопасности в электроустановках. Проанализируйте опасность электрических сетей при нормальном и аварийном режимах работы.
10	Дайте определение напряжениям прикосновения и шага. Опишите явления при стекании тока в землю. Укажите отличия напряжений прикосновения и шага при одиночном и групповом заземлителе.
11	Дайте определение понятию защитного заземления. Опишите устройство, защитное свойство и виды заземляющих устройств. Опишите порядок нормирования заземлений и основные требования к системам заземления электроустановок.
12	Дайте определение понятию защитного зануления. Опишите устройство, защитное свойство и принцип действия защитного зануления. Укажите требования к занулению и порядок контроля. Приведите поясняющие схемы.
13	Опишите назначение и область применения защитного отключения. Изобразите схемы и опишите принципы их построения для реализации отключающей функции. Опишите требования к устройству защитного отключения.
14	Опишите порядок контроля состояния изоляции электроустановок: измерения активного сопротивления и осуществления непрерывного контроля за состоянием изоляции. Приведите схему испытания изоляции кабеля выпрямленным напряжением.
15	Опишите область применения двойной изоляции в электроустановках. Охарактеризуйте порядок использования малых напряжений для обеспечения безопасности электроприёмников. Опишите назначение и схему электрического разделения сетей для обеспечения электробезопасности.

Продолжение таблицы 1

№ задания	Содержание задания
16	Приведите классификацию электрозащитных средств. Опишите конструкцию и порядок испытания основных электрозащитных средств. Охарактеризуйте, как производится контроль состояния электрозащитных средств.
17	Приведите классификацию электрозащитных средств. Опишите конструкцию и порядок испытания дополнительных электрозащитных средств. Охарактеризуйте, как производится контроль состояния электрозащитных средств.
18	Приведите классификацию электрозащитных средств. Опишите конструкцию временных ограждений, классификацию знаков безопасности и предупредительных плакатов.
19	Приведите классификацию электрозащитных средств. Опишите конструкцию и порядок испытания основных электрозащитных средств. Охарактеризуйте, как производится контроль состояния электрозащитных средств.
20	Объясните природу возникновения опасного напряжения статического электричества, его источники и меры защиты. Опишите способы защиты от статического электричества на производстве.
21	Охарактеризуйте опасные факторы воздействия атмосферного электричества. Опишите способы защиты от атмосферного электричества. Охарактеризуйте категории зданий и сооружений по воздействию атмосферного электричества.
22	Опишите основные требования безопасности при работе с ручным электроинструментом. Укажите классы электроинструмента по способу защиты человека от поражения электрическим током. Охарактеризуйте правила использования переносных светильников.
23	Опишите правила работы с электросварочными установками. Охарактеризуйте мероприятия, обеспечивающие электробезопасность сварочных работ. Опишите схемы подключения и зануления сварочного оборудования.
24	Опишите требования безопасности при техническом обслуживании генераторов, электродвигателей и производственных электроприводов. Укажите основные правила безопасности при эксплуатации электрических машин.

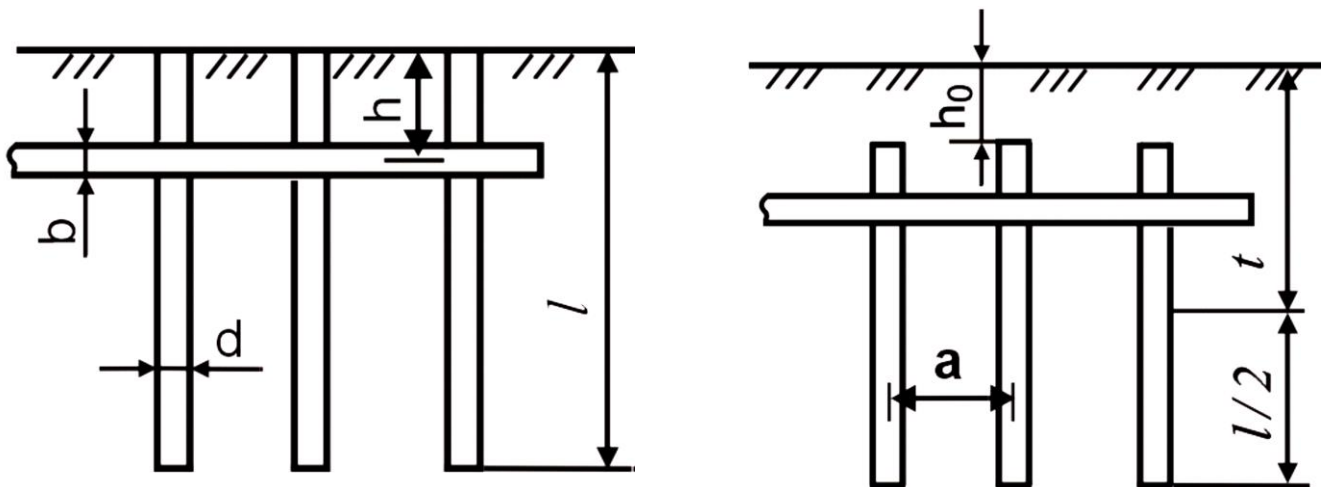
Продолжение таблицы 1

№ задания	Содержание задания
25	Опишите требования безопасности при техническом обслуживании трансформаторов. Охарактеризуйте мероприятия, обеспечивающие безопасность работ на воздушных линиях.
26	Опишите требования электробезопасности при работе на высоте. Укажите, какими мероприятиями обеспечивается безопасность при ремонте кабельных линий, при проведении измерений и испытаний в электроустановках.
27	Опишите требования безопасности при пайке и лужении, при выполнении электропроводок и работе в осветительных сетях. Опишите, как обеспечивается безопасность работ при обслуживании ртутьсодержащих ламп.
28	Охарактеризуйте требования безопасности при замене предохранителей, при выполнении работ в цепях измерения, управления, сигнализации и защиты. Опишите требования безопасности при ремонте пускорегулирующей аппаратуры и средств электроавтоматики.
29	Опишите требования безопасности при техническом обслуживании и ремонте электрооборудования подстанций. Охарактеризуйте требования безопасности при испытании изоляции электрооборудования повышенным напряжением.
30	Охарактеризуйте причины пожаров электрического характера. Опишите правила тушения пожаров в электроустановках (генераторах, трансформаторах, подстанциях, щитах управления, на воздушных линиях). Приведите сравнительную оценку огнетушителей, применяемых для тушения пожаров в электроустановках.

Практические задания

Задача 1

Рассчитать заземляющее устройство (рисунок 1) для заземления электродвигателя, питающегося от трехфазной сети с изолированной нейтралью напряжением 380 В, место использования устройства – помещение с нормальными условиями, по опасности поражения электрическим током – помещение с повышенной опасностью. Исходные данные, в соответствии с вариантом, указаны в таблице 2.



а) Схема 1

б) Схема 2

l – длина стержней, м;

d – диаметр сечения (для уголкового заземлителя $d = 0,95b$, где b – ширина полки), м;

t – расстояние от поверхности грунта до середины вертикального заземлителя, ($t = h_0 + l/2$), м.

Рисунок 1 – Схемы заземления

Таблица 2 - Исходные данные для расчёта заземлителя

№ задания	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46
Схема	1	2	2	1	1	1	2	1	2	2	2	1	1	2	1	2
Вид вертикального заземлителя	Труба	Уголок 40х40	Труба	Труба	Уголок 45х45	Труба	Труба	Труба	Уголок 50х50	Уголок 55х55	Уголок 60х60	Труба	Уголок 45х45	Труба	Труба	Уголок 40х40
Грунт	Песок 1	Суглинок 2	Суглинок 3	Глина 4	Садовая земля 5	Чернозем 6	Торф 7	Каменный 8	Скальный 9	Песок 1	Глина 4	Суглинок 2	Торф 7	Глина 4	Песок 1	Суглинок 3
Мощность трансформатора Р, кВА	25	40	100	400	175	400	25	100	40	175	25	100	40	400	1000	100
l, м	2,5	2,5	2,7	2,8	2,5	3,0	3,0	2,6	2,6	2,7	2,8	3,0	2,8	2,6	2,5	3,0
d, м	0,05		0,06	0,056		0,05	0,06	0,04				0,05		0,06		
b, мм	12	16	18	60	20	24	28	26	32	36	42	48	50	22	42	36
h ₀ , м	0	0,2	0,3	0	0	0	0,4	0	0,5	0,8	0,7	0	0	0,5	0	0,6
h, м	0,4	0,6	0,7	0,5	0,4	0,3	0,6	0,5	0,8	1,00	1,00	0,6	0,5	0,9	0,4	0,8
Период эксплуатации	В теч. года	Апрель	Май	Июнь	Июль	Август	Сентябрь	В теч. года	В теч. года	Май	Июнь	Август	В теч. года	Июль	Август	В течение года
Расстояние между электродами, а, м	2	2,2	2,4	2,6	2,8	3,0	2	2,1	2,3	2,5	2,7	2,9	3,0	2,0	2,5	2,6

Таблица 3 – Приближенные значения удельных электрических сопротивлений (ρ) различных грунтов

Наименование грунта	Предел колебаний величины удельного сопротивления грунта, Ом.м	Рекомендация для предварительных расчетов удельных сопротивлений, Ом.м
1 Песок	400–700	700
2 Супесь	150–400	300
3 Суглинок	40–150	100
4 Глина	8–70	40
5 Садовая земля	40–60	40
6 Чернозем	9–53	20
7 Торф	10–30	20
8 Каменистый	500–800	700
9 Скалистый	104–107	–

Таблица 4- Коэффициенты сезонности η_c

Месяц	Глубина заложения заземлителей, м		Месяц	Глубина заложения заземлителей, м	
	менее 0,8	0,8–3,5		менее 0,8	0,8–3,5
Январь	1,05	1,2	Июль	2,20	1,75
Февраль	1,05	1,10	Август	1,55	1,55
Март	1,00	1,00	Сентябрь	1,60	1,70
Апрель	1,60	1,20	Октябрь	1,55	1,60
Май	1,95	1,30	Ноябрь	1,60	1,35
Июнь	2,00	1,55	Декабрь	1,65	1,35

Таблица 5 – Коэффициенты взаимного влияния η_z (использование вертикальных электродов группового заземлителя) при размещении электродов по контуру

Число заземлителей	Коэффициент использования вертикальных электродов
2	0,85
4	0,73
6	0,65
10	0,59
20	0,48

Таблица 6 – Коэффициенты использования горизонтальной полосы η_p , соединяющей вертикальные электроды группового заземлителя

Число вертикальных электродов	Коэффициент использования полосы
2	0,85
4	0,77
6	0,72
10	0,62
20	0,42

Задача 2

Определить потенциал на поверхности цистерны, сопротивление заземляющего устройства и время полного разряда цистерны при сливе из нее бензина.

Исходные данные:

- а) скорость электризации $q = 10^{-8} \text{ А} \cdot \text{мин}$ на 1л продукта;
- б) электрическая емкость цистерн, применяемых в практике для слива - налива нефтепродуктов, может быть в среднем принята равной $C = 10^{-9} \text{ Ф}$;
- в) объем перекачиваемого продукта M , л;
- г) скорость слива продукта V , л/мин.

Численные значения M и V принять по таблице 7.

Таблица 7 - Исходные данные для задачи 2

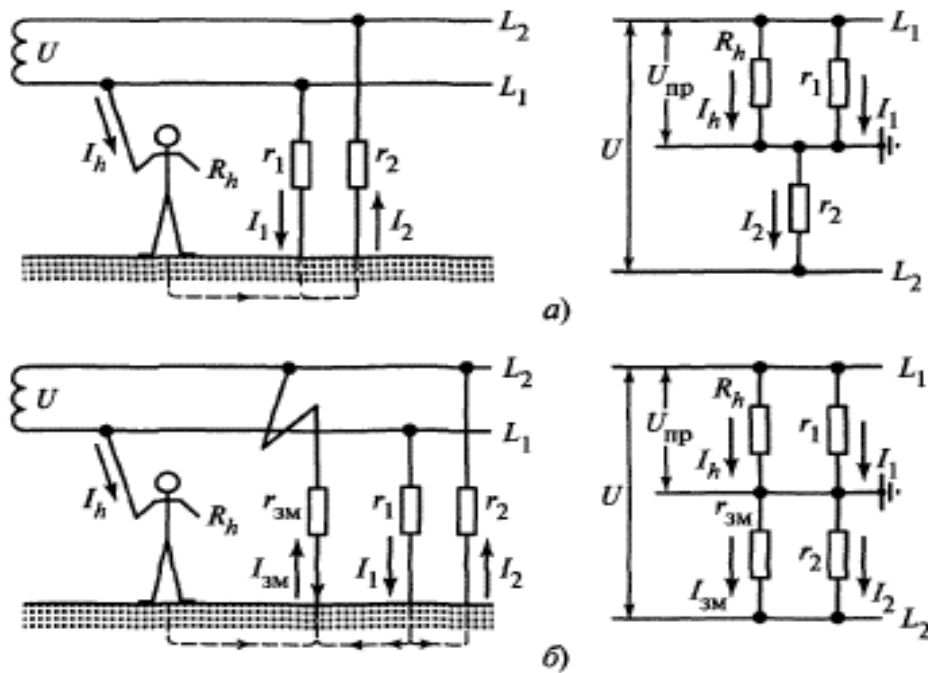
Показатели	Номер задания												
	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59
Объем сливаемого бензина M , л	400	500	600	700	800	900	1000	1100	1200	1300	1400	1500	1600
Скорость слива V , л/мин	50	75	100	120	130	150	160	180	190	200	210	220	240

Задача 3

Рассчитать напряжение прикосновения $U_{пр}$ и ток, проходящий через человека I_h , при нормальной работе однофазной двухпроводной сети (Рисунок 2) и напряжение прикосновения ($U_{пр}$) при аварийной ра-

боте сети. Сравнить с предельными значениями по таблице 9. Сделать выводы.

Исходные данные приведены в таблице 8.



а – при нормальном режиме работы сети;
 б – при аварийном режиме;
 L_1, L_2 – номера проводов.

Рисунок 2 - Прикосновение человека к проводу однофазной двухпроводной сети

Таблица 8 – Исходные данные для оценки опасности прикосновения к однофазной двухпроводной, изолированной от земли сети

Номер задания	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74
f , Гц	50	400	0	50	400	0	50	400	0	50	400	0	50	400	50
U , В	220	380	500	220	380	500	220	380	500	380	220	500	380	220	500
R_h , кОм	1	3	5	7	9	1	3	5	7	9	3	5	7	9	5
r , кОм	10	20	40	60	80	40	60	80	20	10	40	80	60	20	40
r_1 , кОм	80	60	40	20	10	5	10	20	40	60	40	80	60	40	20
r_2 , кОм	60	40	10	5	1	3	30	15	7	5	1	60	40	10	5
r_{3M} , Ом	50	30	25	50	30	25	70	60	35	30	25	50	30	25	50

Таблица 9 - Наибольшие допустимые напряжения прикосновения $U_{пр}$ и поражающие токи $I_{ч}$ при нормальном режиме работы электроустановки

Род и частота тока	Наибольшие допустимые значения	
	$U_{пр}, В$	$I_{ч}, мА$
Переменный ток 50 Гц	2	0,3
Переменный ток 400 Гц	3	0,4
Постоянный ток	8	1,0

Примечание – Настоящие нормы установлены исходя из реакции ощущения и соответствуют продолжительности воздействия тока на человека не более 10 мин. в сутки.

Методические рекомендации по выполнению задач домашней контрольной работы

Методические рекомендации к решению задачи № 1

Рассчитать заземляющее устройство (рисунок 1, б) для заземления электродвигателя напряжением 380 В трехфазной сети с изолированной нейтралью, место использования устройства – в помещении с нормальными условиями, класс помещения по опасности поражения электрическим током – с повышенной опасностью.

Исходные данные: грунт – суглинок; вид заземлителя – труба; мощность трансформатора – 175 кВА; $l = 3$ м; $d = 0,05$ м; $b = 0,016$ м; $h = 0,6$ м; $h_0 = 0,4$ м; установка эксплуатируется в мае - сентябре, ρ – удельное сопротивление грунта, Ом м;

Решение

Определяем сопротивление одиночного вертикального заземлителя R_3 , Ом для схемы 2 (рисунок 1), по формуле:

$$R_3 = \frac{\rho}{2\pi l} \left(\ln \frac{2l}{d} + \frac{1}{2} \ln \frac{4t+l}{4t-l} \right),$$

где $\rho = 100$ Ом.м (таблица 3);

t – расстояние от поверхности грунта до середины вертикального заземлителя:

$$t = h_0 + l/2 = 0,4 + 1,5 = 1,9 \text{ м.}$$

$$R_3 = \frac{100}{2 \cdot 3,14 \cdot 3} \left(\ln \frac{2 \cdot 3}{0,05} + \frac{1}{2} \ln \frac{4 \cdot 1,9 + 3}{4 \cdot 1,9 - 3} \right) = 27,56 \text{ Ом}$$

Определяем количество вертикальных стержней:

$$n = \frac{R_3 \cdot \eta_c}{R_{\text{доп}}},$$

где η_c – коэффициент сезонности (таблица 4), $\eta_c = 2,2$, т.к. грунт имеет наибольшее сопротивление во время эксплуатации в июле месяце;

$R_{\text{доп}}$ – допустимое сопротивление при установленной мощности 175 кВ·А;

т.к. сопротивление заземляющих устройств в сетях напряжением до 1000 В при суммарной мощности генераторов или трансформаторов, питающих данную сеть, не более 100 кВ·А должно быть не более 10 Ом, а во всех остальных случаях – 4 Ом, то принимаем $R_{\text{доп}} = 4 \text{ Ом}$.

$$n = \frac{27,56 * 2,2}{4} = 15,2$$

Принимаем 16 стержней.

Определяем длину соединительной полосы по формуле:

$$l_{\text{п}} = (n-1) a,$$

где a – расстояние между стержнями, принимается от 2 до 3 м; принимаем $a = 2 \text{ м}$, тогда:

$$l_{\text{п}} = (16-1) 2 = 30 \text{ м}$$

Определяем сопротивление соединительной полосы:

$$R_{\text{п}} = \left(\frac{\rho}{2\pi l_{\text{п}}} \ln \frac{2 l_{\text{п}}^2}{b \cdot h} \right) \eta_{\text{с}} = \left(\frac{100}{2 * 3,14 * 30} \ln \frac{2 * 30^2}{0,016 * 0,6} \right) 2,2 = 14,18 \text{ Ом},$$

где h – глубина заложения полосы, м;

b – ширина полосы, м.

Вычисляем расчетное сопротивление заземляющего устройства, с учетом коэффициентов влияния электродов и использования полосы.

$$R = \frac{R_3 R_{\text{п}}}{R_3 \eta_{\text{п}} + R_{\text{п}} \eta_3 n},$$

где $\eta_{\text{п}}$ – коэффициент использования полосы, $\eta_{\text{п}} = 0,5$ (таблица 6);

η_3 – коэффициент взаимного влияния, $\eta_3 = 0,52$ (таблица 5).

$$R = \frac{27,56 * 14,18}{27,56 * 0,5 + 14,18 * 0,52 * 16} = 2,96 \text{ Ом}$$

Так как результирующее сопротивление заземляющего устройства значительно меньше допустимого ($2,96 \text{ Ом} < 4 \text{ Ом}$), уменьшим ко-

личество вертикальных заземлителей и вновь определим полностью R . Принимаем число вертикальных стержней 13 шт.

Определяем длину полосы:

$$l_{\text{п}} = (13-1) \cdot 2 = 24 \text{ м},$$

Определяем сопротивление соединительной полосы $R_{\text{п}}$:

$$R_{\text{п}} = \left(\frac{100}{2 \cdot 3,14 \cdot 24} \ln \frac{2 \cdot 24^2}{0,016 \cdot 0,6} \right) 2,2 = 16,06 \text{ Ом}$$

Вычисляем результирующее сопротивление заземляющего устройства:

$$R = \frac{27,56 \cdot 16,06}{27,56 \cdot 0,5 + 16,06 \cdot 0,52 \cdot 13} = 3,62 \text{ Ом}$$

Заземление удовлетворяет условию $3,62 \text{ Ом} < 4 \text{ Ом}$.

Методические рекомендации к решению задачи № 2

Определить потенциал на поверхности цистерны, сопротивление заземляющего устройства и время полного разряда цистерны при сливе из нее бензина.

Исходные данные:

- а) скорость электризации $q = 10^{-8} \text{ А} \cdot \text{мин}$ на 1л продукта;
- б) электрическая емкость цистерн, применяемых в практике для слива – налива нефтепродуктов, может быть в среднем принята равной $C = 10^{-9} \text{ Ф}$;
- в) объем перекачиваемого продукта M , л, таблица 7;
- г) скорость слива продукта V , л/мин, таблица 7.

Решение:

1 Определить полный заряд, передаваемый электризованным бензином цистерне, Кл:

$$Q = q M,$$

где q – скорость электризации или заряда в Кл/л электризуемого продукта;

M – количество перекачиваемого продукта, л.

2 Определить потенциал на изолированной цистерне при указанной электрической емкости C :

$$U = Q / C, \text{ В}$$

3 Определить тепловую энергию искры при найденном потенциале:

$$E = 0,5C U^2, \text{ Дж}$$

4 Сравнить энергию искры с энергией, необходимой для воспламенения бензина (энергия воспламенения бензина равна 10^{-3} Дж).

Для снижения потенциала искры (при превышении энергии воспламенения бензина) до какой-то величины необходимо устройство токопроводящего соединения с сопротивлением R , Ом:

$$R = U_1 T / Q,$$

где U_1 - величина потенциала на цистерне, до которой его необходимо снизить, чтобы энергия искры стала меньше энергии воспламенения бензина (U_1 принимается студентом самостоятельно, затем пересчитывается величина $E = 0,5C U_1^2$ и опять сравнивается с энергией воспламенения бензина);

T – время слива бензина из цистерны, определяется:

$$T = M / V, \text{ мин}$$

5 Определить время полного разряда цистерны:

$$t = 3C R, \text{ с}$$

Для ограничения опасных потенциалов, возникающих на резервуарах и цистернах при сливе и наливке светлых нефтепродуктов, требуется малое сопротивление заземляющего устройства. Практически величина сопротивления может быть порядка 1 МОм.

Методические рекомендации к решению задачи № 3

Решение:

Для оценки опасности прикосновения к однофазной двухпроводной, изолированной от земли сети рассмотрим одну из простейших сетей – однофазную однопроводную, изолированную от земли, у которой ёмкость проводов относительно земли можно принять равной нулю. Такой может быть, например, воздушная сеть до 1000 В небольшой протяжённости.

Необходимо оценить опасность прикосновения человека к одному из проводов этой сети, то есть определить напряжение прикосновения $U_{пр}$, под которым окажется человек, и ток I_h , проходящий через человека, приняв исходные данные по таблице 8.

1 Определим напряжение прикосновения при нормальном режиме работы сети (рисунок 2, а) по формуле:

$$U_{пр} = U \times [R_h / (2 \times R_h + r)], \quad (1)$$

где $U_{пр}$ – напряжение прикосновения, В;

U – напряжение сети, В;

R_h – электрическое сопротивление тела человека, Ом;

r – сопротивление изоляции линии относительно земли, Ом.

Эта формула справедлива, если считать, что сопротивление изоляции обеих линий относительно земли одинаковы, т.е. $r_1 = r_2 = r$, (рисунок 2, а).

Если $r_1 \neq r_2$, то $U_{пр}$ рассчитывается по формуле:

$$U_{пр} = U \times \left[r_1 \frac{R_h}{(r_1 r_2 + r_1 R_h + r_2 R_h)} \right] \quad (2)$$

2 По таблице 9 находим наибольшее допустимое значение напряжения прикосновения, В. Если расчётное значение $U_{пр}$ превышает допустимое, то для безопасности необходимо увеличить сопротивление изоляции r .

3 Ток, проходящий через тело человека, рассчитывается по формуле:

$$I_h = U_{\text{пр}} / R_h = U \times [r_1 / (r_1 r_2 + r_1 R_h + r_2 R_h)], \quad (3)$$

где I_h – ток, проходящий через тело человека, А;

r_1, r_2 – сопротивление изоляции линий относительно земли, Ом.

4 При аварийном режиме, когда один из проводов сети, например 2, замкнут на землю через сопротивление $r_{3\text{м}}$ (рисунок 2, б), напряжение прикосновения и ток через человека, прикоснувшегося к исправному проводу, определяются по формулам (2) и (3), в которых r_2 должно быть заменено на r_3 – эквивалентное сопротивление параллельно включённых сопротивлений r_2 и $r_{3\text{м}}$, которое рассчитывается по формуле:

$$r_3 = (r_2 r_{3\text{м}}) / (r_2 + r_{3\text{м}}) \quad (4)$$

Так как $r_{3\text{м}}$ обычно мало по сравнению с r_1 , r_2 и R_h , то $r_{3\text{м}}$ может быть принято равным нулю, тогда $U_{\text{пр}} \approx U$, а $I_h \approx U / R_h$.

Вывод: При замыкании провода на землю, человек, прикоснувшийся к исправному проводу, оказывается под напряжением, равным почти полному напряжению линии независимо от сопротивления изоляции проводов. При аварийном режиме защитная роль изоляции проводов практически полностью утрачена. Опасность поражения человека током значительно выше, чем в случае прикосновения к тому же проводу сети в период её нормальной работы.

Таблица 10 – Варианты заданий на домашнюю контрольную работу по учебной дисциплине
«Электробезопасность»

Предпо- следняя цифра шифра	Последняя цифра шифра									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	1, 31 47	2, 32 48	3, 33 49	4, 34 50	5, 35 51	6, 36 52	7, 37 53	8, 38 54	9, 39 55	10, 40 56
1	11, 41 57	12, 42 58	13, 43 59	14, 44 60	15, 45 61	16, 46 62	17, 31 63	18, 32 64	19, 33 65	20, 34 66
2	21, 35 67	22, 36 68	23, 37 69	24, 38 70	25, 39 71	26, 40 72	27, 41 73	28, 42 74	29, 43 47	30, 44 48
3	1, 45 49	2, 46 50	3, 31 51	4, 32 52	5, 33 53	6, 34 54	7, 35 55	8, 36 56	9, 37 57	10, 38 58
4	11, 39 59	12, 40 60	13, 41 61	14, 42 62	15, 43 63	16, 44 64	17, 45 65	18, 46 66	19, 31 67	20, 32 68
5	21, 33 69	22, 34 70	23, 35 71	24, 36 72	25, 37 73	26, 38 74	27, 39 47	28, 40 48	29, 41 49	30, 42 50
6	1, 43 51	2, 44 52	3, 45 53	4, 46 54	5, 31 55	6, 32 56	7, 33 57	8, 34 58	9, 35 59	10, 36 60
7	11, 37 61	12, 38 62	13, 39 63	14, 40 64	15, 41 65	16, 42 66	17, 43 67	18, 44 68	19, 45 69	20, 46 70
8	21, 31 71	22, 32 72	23, 33 73	24, 34 74	25, 35 47	26, 36 48	27, 37 49	28, 38 50	29, 39 51	30, 40 52
9	1, 41 53	2, 42 54	3, 43 55	4, 44 56	5, 45 57	6, 46 58	7, 31 59	8, 32 60	9, 33 61	10, 34 62