

*Приложение 2.32.1 к ОПОП-П по специальности  
13.02.13 Эксплуатация и обслуживание  
электрического и электромеханического  
оборудования (по отраслям)*

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова»

Многопрофильный колледж

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ  
ДЛЯ ЛАБОРАТОРНЫХ И ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ  
УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

**ОП.11 ЭЛЕКТРОБЕЗОПАСНОСТЬ**

**для обучающихся специальности  
13.02.13 Эксплуатация и обслуживание электрического и электромеханического  
оборудования (по отраслям)**

**Магнитогорск, 2024**

## СОДЕРЖАНИЕ

1 ВВЕДЕНИЕ

2 МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

Практическое занятие №1

Практическое занятие №2

Практическое занятие №3

Практическое занятие №4

Практическое занятие №5

Практическое занятие №6

Практическое занятие №7

Практическое занятие №8

Практическое занятие №9

Практическое занятие №10

Лабораторное занятие №1

Лабораторное занятие №2

Лабораторное занятие №3

Лабораторное занятие №4

Лабораторное занятие №5

## 1 ВВЕДЕНИЕ

Важную часть теоретической и профессиональной практической подготовки обучающихся составляют практические и лабораторные занятия.

Состав и содержание практических и лабораторных занятий направлены на реализацию Федерального государственного образовательного стандарта среднего профессионального образования.

Ведущей дидактической целью практических занятий является формирование профессиональных практических умений (умений выполнять определенные действия, операции, необходимые в последующем в профессиональной деятельности).

Ведущей дидактической целью лабораторных занятий является экспериментальное подтверждение и проверка существенных теоретических положений (законов, зависимостей).

В соответствии с рабочей программой учебной дисциплины «Электробезопасность» предусмотрено проведение практических и лабораторных занятий.

В результате их выполнения, обучающийся должен:

**уметь:**

- Уд 1 применять в своей деятельности основные положения правовых и нормативно-технических документов по электробезопасности;
- Уд 2 выполнять работы в электроустановках в соответствии с инструкциями правилами по электробезопасности, общей охраны труда и пожарной безопасности;
- Уд 3 использовать средства защиты и приспособления при техническом обслуживании электроустановок;
- Уд 4 соблюдать порядок содержания средств защиты;
- Уд 5 осуществлять оказание первой медицинской помощи пострадавшим от действия электрического тока.

Содержание практических и лабораторных занятий ориентировано на подготовку обучающихся к освоению профессионального модуля программы подготовки специалистов среднего звена по специальности и овладению **профессиональными компетенциями:**

- ПК 1.1 Выполнять операции по техническому обслуживанию и ремонту электрического и электромеханического оборудования;
- ПК 1.2 Проводить диагностику и испытания электрического и электромеханического оборудования;
- ПК 3.1 Проводить диагностику технического состояния электрического и электромеханического оборудования энергоустановок;
- ПК 3.2 Осуществлять проведение работ по техническому обслуживанию и ремонту электрического и электромеханического оборудования энергоустановок.

**А также формированию общих компетенций:**

- ОК 01.1 Определяет профессиональную задачу с учетом профессионального и социального контекста, составляет план действий для её решения, реализует его, в том числе с учётом изменяющихся условий, и оценивает результаты решения профессиональной задачи;

Выполнение обучающихся практических и лабораторных работ по ОП.11 «Электробезопасность» направлено на:

- обобщение, систематизацию, углубление, закрепление, развитие и детализацию полученных теоретических знаний по конкретным темам учебной дисциплины;
- формирование умений применять полученные знания на практике, реализацию единства интеллектуальной и практической деятельности;
- формирование и развитие умений: наблюдать, сравнивать, сопоставлять, анализировать, делать выводы и обобщения, самостоятельно вести исследования, пользоваться различными приемами измерений, оформлять результаты в виде таблиц, схем, графиков;

- приобретение навыков работы с различными приборами, аппаратурой, установками и другими техническими средствами для проведения опытов;
- развитие интеллектуальных умений у будущих специалистов: аналитических, проектировочных, конструктивных и др.;
- выработку при решении поставленных задач профессионально значимых качеств, таких как самостоятельность, ответственность, точность, творческая инициатива.

Практические и лабораторные занятия проводятся в рамках соответствующей темы, после освоения дидактических единиц, которые обеспечивают наличие знаний, необходимых для ее выполнения.

## 2 МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

### Тема 2.1 Основы электробезопасности

#### Практическое занятие №1

#### Выбор средств обеспечения электробезопасности

**Цель:** изучить назначение, конструкцию и правила применения электрозащитных средств

**Выполнив работу, вы будете уметь:**

Уд 1 применять в своей деятельности основные положения правовых и нормативно-технических документов по электробезопасности;

Уд 2 выполнять работы в электроустановках в соответствии с инструкциями правилами по электробезопасности, общей охраны труда и пожарной безопасности

**Выполнение практической работы способствует формированию:**

ОК 01.1, ПК 1.1.2, ПК 1.2.3, ПК 3.1.3, ПК 3.2.1

**Материальное обеспечение:**

таблицы, учебники, раздаточный материал

**Задание:**

1. Изучить теоретический материал
2. Составить таблицу средств защиты
3. Ответить на контрольные вопросы

**Порядок выполнения работы:**

1. Указать тему, цели
2. Составить конспект
3. Приготовиться к защите практической работы

Дать характеристику каждому средству индивидуальной защиты (назначение, конструкция, правила пользования):

1. Изолирующая штанга
2. Изолирующие клещи
3. Электроизмерительные клещи
4. Указатели напряжения
5. Инструмент слесарно-монтажный с изолирующими рукоятками
6. Диэлектрические перчатки
7. Диэлектрические боты
8. Диэлектрические ковры
9. Изолирующие подставки
10. Временное переносное заземление

Результат представить в виде таблицы.

Наименование средства защиты	Основное/дополнительное средство защиты до 1000 В	Назначение	Особенности
Изолирующая штанга			Конструкция рабочей части: .... Правила использования: .....

## Форма предоставления результата

Отчет

### Критерии оценки:

оценка «отлично» выставляется студенту, если расчетная и графическая части выполнены в полном объеме, решение оформлено с соблюдением установленных правил; студент свободно владеет теоретическим материалом, безошибочно применяет его при решении задач.

оценка «хорошо» выставляется студенту, если при выполнении задания допущены незначительные ошибки, решение оформлено с соблюдением установленных правил; студент свободно владеет теоретическим материалом, безошибочно применяет его при решении задач;

оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если задание выполнено с «грубыми» ошибками, решение оформлено без соблюдения установленных правил;

оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, если работа не выполнена.

## Тема 2.1 Основы электробезопасности

### Практическое занятие №2

#### Знаки и плакаты по электробезопасности

**Цель:** изучить и дать характеристику знаков и плакатов по электробезопасности

**Выполнив работу, вы будете уметь:**

Уд 1 применять в своей деятельности основные положения правовых и нормативно-технических документов по электробезопасности;

Уд 2 выполнять работы в электроустановках в соответствии с инструкциями правилами по электробезопасности, общей охраны труда и пожарной безопасности

**Выполнение практической работы способствует формированию:**

ОК 01.1, ПК 1.1.2, ПК 1.2.3, ПК 3.1.3, ПК 3.2.1

**Материальное обеспечение:**

таблицы, учебники, раздаточный материал

**Задание:**

Изучить положения Приказа Министерства энергетики РФ от 30 июня 2003 г. № 261 «Об утверждении Инструкции по применению и испытанию средств защиты, используемых в электроустановках».

На основе изученной информации оформить таблицу 1 – матрицу знаков и плакатов по электробезопасности, поставив на правильном пересечении соответствующих строк знак (+).

**Порядок выполнения работы:**

1. Изучить теоретический материал по теме.
2. Заполнить матрицу знаков и плакатов
3. Сделать вывод по проделанной работе

Таблица 1

Наименование / область применения	Плакат постоянный	Плакат переносной	Плакат запрещающий	Плакат указывающий	Плакат предписывающий	Плакат предупреждающий
НЕ ВКЛЮЧАТЬ! РАБОТАЮТ ЛЮДИ						
РАБОТАТЬ ЗДЕСЬ						
НЕ ОТКРЫВАТЬ!						

РАБОТАЮТ ЛЮДИ						
ОСТОРОЖНО! ЭЛЕКТРИЧЕСКОЕ НАПРЯЖЕНИЕ						
ВЛЕЗАТЬ ЗДЕСЬ СТОЙ!						
НАПРЯЖЕНИЕ						
ИСПЫТАНИЕ. ОПАСНО ДЛЯ ЖИЗНИ						
ОПАСНОЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЕ ПОЛЕ. БЕЗ СРЕДСТВ ЗАЩИТЫ ПРОХОД ЗАПРЕЩЁН						
ЗАЗЕМЛЕНО						
НЕ ВКЛЮЧАТЬ! РАБОТА НА ЛИНИИ						
РАБОТА ПОД НАПРЯЖЕНИЕМ. ПОВТОРНО НЕ ВКЛЮЧАТЬ!						
НЕ ВЛЕЗАЙ! УБЬЁТ						
ОСТОРОЖНО! ЭЛЕКТРИЧЕСКОЕ НАПРЯЖЕНИЕ (на опорах линий электропередач)						

### Форма предоставления результата

Отчет

### Критерии оценки:

оценка «отлично» выставляется студенту, если расчетная и графическая части выполнены в полном объеме, решение оформлено с соблюдением установленных правил; студент свободно владеет теоретическим материалом, безошибочно применяет его при решении задач.

оценка «хорошо» выставляется студенту, если при выполнении задания допущены незначительные ошибки, решение оформлено с соблюдением установленных правил; студент свободно владеет теоретическим материалом, безошибочно применяет его при решении задач;

оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если задание выполнено с «грубыми» ошибками, решение оформлено без соблюдения установленных правил;

оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, если работа не выполнена.

## Тема 2.1 Основы электробезопасности

### Практическое занятие №3

#### Маркировка и цветовые обозначения проводов и шин в электроустановках

**Цель:** изучить маркировку и цветовые обозначения проводов и шин, применяемых в электроустановках

**Выполнив работу, вы будете уметь:**

Уд 1 применять в своей деятельности основные положения правовых и нормативно-технических документов по электробезопасности;

Уд 2 выполнять работы в электроустановках в соответствии с инструкциями правилами по электробезопасности, общей охраны труда и пожарной безопасности

**Выполнение практической работы способствует формированию:**

ОК 01.1, ПК 1.1.2, ПК 1.2.3, ПК 3.1.3, ПК 3.2.1

**Материальное обеспечение:**

таблицы, учебники, раздаточный материал

**Задание:**

1. Изучить теоретический материал
2. Составить таблицу маркировок и цветовых обозначений
3. Ответить на контрольные вопросы

**Порядок выполнения работы:**

1. Указать тему, цели
2. Составить конспект
3. Приготовиться к защите практической работы

Выполнить практическую работу согласно инструкции

**Форма предоставления результата**

Отчет

**Критерии оценки:**

оценка «отлично» выставляется студенту, если расчетная и графическая части выполнены в полном объеме, решение оформлено с соблюдением установленных правил; студент свободно владеет теоретическим материалом, безошибочно применяет его при решении задач.

оценка «хорошо» выставляется студенту, если при выполнении задания допущены незначительные ошибки, решение оформлено с соблюдением установленных правил; студент свободно владеет теоретическим материалом, безошибочно применяет его при решении задач;

оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если задание выполнено с «грубыми» ошибками, решение оформлено без соблюдения установленных правил;

оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, если работа не выполнена.

## Тема 2.1 Основы электробезопасности

### Практическое занятие №4

#### Проверка и применение средств защиты

**Цель:** изучить правила проверки и применения средств защиты

**Выполнив работу, вы будете уметь:**

Уд 3 использовать средства защиты и приспособления при техническом обслуживании электроустановок;

Уд 4 соблюдать порядок содержания средств защиты

**Выполнение практической работы способствует формированию:**

ОК 01.1,

ПК 1.1.2, ПК 1.2.3, ПК 3.1.3, ПК 3.2.1

**Материальное обеспечение:**

таблицы, учебники, раздаточный материал

**Задание:**

1. Изучить теоретический материал
2. Составить таблицу с указанием проверки и применения средств защиты

Наименование средства защиты	Применение СИЗ	Испытание средств защиты
------------------------------	----------------	--------------------------


3. Ответить на контрольные вопросы

**Порядок выполнения работы:**

1. Указать тему, цели
  2. Составить конспект
  3. Приготовиться к защите практической работы
- Выполнить практическую работу согласно инструкции

**Форма предоставления результата**

Отчет

**Критерии оценки:**

оценка «**отлично**» выставляется студенту, если расчетная и графическая части выполнены в полном объеме, решение оформлено с соблюдением установленных правил; студент свободно владеет теоретическим материалом, безошибочно применяет его при решении задач.

оценка «**хорошо**» выставляется студенту, если при выполнении задания допущены незначительные ошибки, решение оформлено с соблюдением установленных правил; студент свободно владеет теоретическим материалом, безошибочно применяет его при решении задач;

оценка «**удовлетворительно**» выставляется студенту, если задание выполнено с «грубыми» ошибками, решение оформлено без соблюдения установленных правил;

оценка «**неудовлетворительно**» выставляется студенту, если работа не выполнена.

**Тема 2.2 Меры безопасности при выполнении работ на электроустановках**

**Практическое занятие №5**

**Электробезопасность на кабельных и воздушных линиях электропередач**

**Цель:** изучить правила безопасных работ на кабельных и воздушных линиях электропередач

**Выполнив работу, вы будете уметь:**

Уд 1 применять в своей деятельности основные положения правовых и нормативно-технических документов по электробезопасности;

Уд 2 выполнять работы в электроустановках в соответствии с инструкциями правилами по электробезопасности, общей охраны труда и пожарной безопасности

**Выполнение практической работы способствует формированию:**

ОК 01.1, ПК 1.1.2, ПК 1.2.3, ПК 3.1.3, ПК 3.2.1

**Материальное обеспечение:**

таблицы, учебники, раздаточный материал

**Задание:**

1. Изучить теоретический материал
2. Составить таблицу по работам на ВЛ и КЛ.
3. Ответить на контрольные вопросы

**Порядок выполнения работы:**

1. Указать тему, цели
2. Ответить на вопросы:

1) какие меры безопасности должны соблюдаться при подвеске и креплении кабелей и муфт, как определяется место повреждения кабеля и какие меры безопасности соблюдаются при разрезании кабеля, при кабельных работах в подземных сооружениях?

2) перечислите меры безопасности при выполнении работ на воздушных линиях, при совместной подвеске проводов разных линий, при выполнении работ в пролетах пересечений с другими действующими линиями и на воздушных линиях под напряжением.

3) назовите меры безопасности при выполнении работ на воздушных линиях с применением грузоподъемных машин и механизмов.

4) расскажите о мерах безопасности при выполнении работ с изолирующих лестниц, при пофазном ремонте линий электропередачи и расчистке трассы лэп от деревьев.

5) Определите порядок выполнения технических мероприятий при подготовке рабочего места на воздушных линиях и при подготовке рабочего места на кабельных линиях

3. Приготовиться к защите практической работы

Выполнить практическую работу согласно инструкции

**Форма предоставления результата**

Отчет

**Критерии оценки:**

оценка «отлично» выставляется студенту, если расчетная и графическая части выполнены в полном объеме, решение оформлено с соблюдением установленных правил; студент свободно владеет теоретическим материалом, безошибочно применяет его при решении задач.

оценка «хорошо» выставляется студенту, если при выполнении задания допущены незначительные ошибки, решение оформлено с соблюдением установленных правил; студент свободно владеет теоретическим материалом, безошибочно применяет его при решении задач;

оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если задание выполнено с «грубыми» ошибками, решение оформлено без соблюдения установленных правил;

оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, если работа не выполнена.

## **Тема 2.2 Меры безопасности при выполнении работ на электроустановках**

### **Практическое занятие №6**

#### **Выбор открытых и закрытых распределительных устройств по степени электробезопасности**

**Цель:** определить основные требования при выборе открытых и закрытых распределительных устройств по степени электробезопасности

**Выполнив работу, вы будете уметь:**

Уд 1 применять в своей деятельности основные положения правовых и нормативно-технических документов по электробезопасности;

Уд 2 выполнять работы в электроустановках в соответствии с инструкциями правилами по электробезопасности, общей охраны труда и пожарной безопасности

**Выполнение практической работы способствует формированию:**

ОК 01.1

ПК 1.1.2, ПК 1.2.3, ПК 3.1.3, ПК 3.2.1

**Материальное обеспечение:**

таблицы, учебники, раздаточный материал

**Задание:**

1. Изучить теоретический материал

2. Составить таблицу по работам в ОРУ, КРУ, КСО

3. Ответить на контрольные вопросы

**Порядок выполнения работы:**

1. Указать тему, цели

2. Подобрать изолирующие электрозщитные средства (основные и дополнительные, СИЗ) для указанного вида работ. Результат представить в виде таблицы.

Наименование производственного объекта	Средства защиты основные	Средства защиты дополнительные
Участок ремонта электрооборудования (наладка, ремонт, регулирование электрических схем технологического оборудования напряжением 1 кВ)		
Участок ремонта высоковольтного оборудования		

(ремонт, испытание, регулирование электрооборудования напряжением 500 кВ)		
Разборка, ремонт и сборка электрооборудования закрытых распределительных устройств напряжением до 10 кВ, капитальный ремонт, технический осмотр трансформаторов общего назначения напряжением до 35 кВ		
ЛЭП. Обслуживание высоковольтной линии электропередачи.		
Зарядка аккумуляторных батарей.		
Пульт управления электростанцией		
Линии электропередачи напряжением 20 кВ –верховые осмотры, составление схем и паспортов, накладывание заземления, устройство оттяжек		

3. Приготовиться к защите практической работы  
Выполнить практическую работу согласно инструкции

#### **Форма предоставления результата**

Отчет

#### **Критерии оценки:**

оценка «**отлично**» выставляется студенту, если расчетная и графическая части выполнены в полном объеме, решение оформлено с соблюдением установленных правил; студент свободно владеет теоретическим материалом, безошибочно применяет его при решении задач.

оценка «**хорошо**» выставляется студенту, если при выполнении задания допущены незначительные ошибки, решение оформлено с соблюдением установленных правил; студент свободно владеет теоретическим материалом, безошибочно применяет его при решении задач;

оценка «**удовлетворительно**» выставляется студенту, если задание выполнено с «грубыми» ошибками, решение оформлено без соблюдения установленных правил;

оценка «**неудовлетворительно**» выставляется студенту, если работа не выполнена.

### **Тема 2.2 Меры безопасности при выполнении работ на электроустановках**

#### **Практическое занятие №7**

#### **Расчет защитного заземления**

**Цель:** освоить основные правила проверки заземляющих устройств

**Выполнив работу, вы будете уметь:**

Уд 1 применять в своей деятельности основные положения правовых и нормативно-технических документов по электробезопасности;

Уд 2 выполнять работы в электроустановках в соответствии с инструкциями правилами по электробезопасности, общей охраны труда и пожарной безопасности

**Выполнение практической работы способствует формированию:**

ОК 01.1, ПК 1.1.2, ПК 1.2.3, ПК 3.1.3, ПК 3.2.1

**Материальное обеспечение:**

таблицы, учебники, раздаточный материал

**Задание:**

1. Изучить теоретический материал
2. Ответить на контрольные вопросы

**Порядок выполнения работы:**

1. Указать тему, цели
2. Составить конспект
3. Приготовиться к защите практической работы

Таблица 1- Исходные данные к выполнению задания:

Вариант	1	2	3	4	5	6
Характер грунта	Песок	Суглинок	Глина	Садовая земля	Торф	Чернозем
Тип заземлителя	Вертикальный					
Типовые параметры заземлителя	Круглая сталь	Угловая сталь	Угловая сталь	Круглая сталь	Угловая сталь	Угловая сталь
Геометрические параметры заземлителя	d=12 мм	50x50x5 мм	25x4 мм	d=30 мм	60x60x5 мм	50x50x5 мм
Длина заземлителя, $L_в$ , м.	5	5	50	5	5	50
Тип заземлителя	Горизонтальный					
Типовые параметры заземлителя	Полосовая сталь	Полосовая сталь	Полосовая сталь	Полосовая сталь	Полосовая сталь	Полосовая сталь
Длина заземлителя, $L_г$ , м.	10	15	20	25	30	35
Ширина заземлителя, $b$ , мм	25	30	35	40	45	50
Глубина залегания заземлителей, $t$ , м.	По усмотрению учащегося	По усмотрению учащегося	По усмотрению учащегося	По усмотрению учащегося	По усмотрению учащегося	По усмотрению учащегося

Произвести проверочный расчет

Проанализировать результаты расчета. В случае если расчетное сопротивление  $R_{расч}$  оказалось больше, чем  $R_{доп}$ , необходимо выполнить расчеты заново, с изменением количества заземлителей и расстояния между ними.

#### Порядок выполнения расчета

Определяем расчетное сопротивление растеканию тока одного вертикального электрода:

$$R_в = \frac{\rho_p}{2\pi L_в} \left( \ln \frac{2L_в}{d} + \frac{1}{2} \ln \frac{4T+L_в}{4T-L_в} \right), \text{ Ом}$$

где  $T = t + (L_в/2)$

$T$  – расстояние от поверхности земли до середины вертикального электрода, м

$t$  – расстояние от земли до верха вертикального электрода, м.

Величина  $\rho_p$  принимается по таблице 1 в соответствии с вариантом задания.

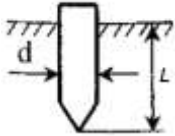
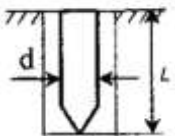
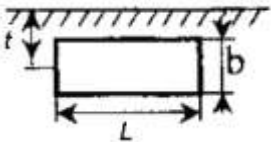
Величины  $L$  и  $d$  также принимаются в соответствии с вариантом задания.

Таблица 1 - Значения удельных сопротивлений грунтов и воды  $\rho_p$ , Ом·м

Грунт	Рекомендуемые значения для предварительных значений Ом*м.
Песок	400-700
Глина	8-70
Суглинок	40-150
Супесок	150-400
Торф	10-30
Чернозем	9-53
Садовая земля	30-60

Скала, валуны	$10^4-10^7$
Каменистый	500-800

Таблица 2 - Сопротивление растеканию одиночного заземлителя

Схема расположения заземлителей	Тип заземлителя	Формулы расчета сопротивления растеканию	Типовые параметры заземлителя
	Вертикальный	$R_{\text{в}} = \frac{\rho_{\text{р}}}{2\pi L} \ln \frac{4L}{d} \quad (10)$	Круглая сталь d = 12 мм; L = 5 м d = 16 мм; L = 5 м Угловая сталь 50x50x5 мм; L = 2,5 м 60x60x5 мм; L = 2,5 м
	Вертикальный (в скважине)	$R_{\text{в(скв)}} = \frac{\rho_{\text{р}}}{2\pi L} \ln \frac{4L}{d} \quad (11)$	Круглая сталь d = 12 мм; L = 20 м d = 16 мм; L = 20 м Полосовая сталь 25x4 мм; L = 20 м 40x4 мм; L - 20 м
	Горизонтальный	$R_{\text{г}} = \frac{\rho_{\text{р}}}{2\pi L} \ln \frac{4L^2}{bt} \quad (12)$	Полосовая сталь 25x4 мм; L = 50 м 40x4 мм; L = 50 м

Определяем расчетное сопротивление растеканию горизонтального электрода  $R_{\text{г}}$ :

$$R_{\text{г}} = \frac{\rho_{\text{р}}}{2\pi L} \ln \frac{2L^2}{bt}, \text{ Ом}$$

где  $b$  - ширина металлической полосы, из которой изготавливается горизонтальный электрод, соединяющий вертикальные электроды.

По таблицам 3 и 4 при выбранном самостоятельно учащимся отношении расстояния между трубами (уголками) к их длине  $a/L = 1$ ,  $a/L = 2$  или  $a/L = 3$ , необходимо предварительно выбрать значения  $n$  - число вертикальных и горизонтальных заземлителей и  $\eta_{\text{в}}$  и  $\eta_{\text{г}}$  - коэффициенты использования вертикальных и горизонтальных заземлителей размещенных в ряд.

Таблица 3 - Коэффициент использования вертикального электрода  $\eta_{\text{в}}$

Количество электродов	Значения $\eta_{\text{г}}$ при		
	a/l=1	a/l=2	a/l=3
При размещении электродов в ряд			
2	0.84-0.87	0.90-0.92	0.93-0.95
3	0.76-0.80	0.85-0.88	0.90-0.92
5	0.67-0.72	0.79-0.83	0.85-0.88
10	0.56-0.62	0.72-0.77	0.79-0.83
15	0.51-0.56	0.66-0.73	0.75-0.80
20	0.47-0.50	0.65-0.70	0.74-0.79
При размещении электродов по контуру			
4	0.66-0.72	0.76-0.80	0.84-0.86
6	0.58-0.65	0.71-0.75	0.88-0.82
10	0.52-0.58	0.66-0.71	0.74-0.78
20	0.44-0.50	0.61-0.66	0.68-0.73
40	0.38-0.44	0.56-0.61	0.64-0.69
60	0.36-0.42	0.52-0.58	0.62-0.67
100	0.33-0.39	0.49-0.55	0.59-0.65

Таблица 4 - Коэффициент использования горизонтального электрода  $\eta_{\text{г}}$

Отношение расстояния между электродами к их длине a/l	Значение $\eta_{\text{г}}$ при числе вертикальных электродов							
	4	6	8	10	20	30	50	70
При размещении электродов в ряд								
1	0.77	0.72	0.67	0.62	0.42	0.31	0.21	0.19
2	0.89	0.84	0.79	0.75	0.56	0.46	0.36	0.32
3	0.92	0.88	0.85	0.82	0.68	0.58	0.49	0.42
При размещении электродов по контуру								
1	0.45	0.40	0.36	0.34	0.27	0.24	0.21	0.20
2	0.55	0.48	0.43	0.40	0.32	0.30	0.28	0.26
3	0.70	0.64	0.60	0.56	0.45	0.41	0.37	0.35

Определяется расчетное сопротивление растеканию принятого группового заземлителя  $R_{\text{расч}}$ :

$$R_{\text{расч}} = \frac{R_B R_G}{R_B \eta_{\text{г}} + R_G \eta_{\text{г}} n}, \text{ Ом}$$

Если условие  $R_{\text{доп}} \leq R_{\text{расч}}$  соблюдается, то расчет проведен правильно, а сеть заземления удовлетворяет требования ПУЭ.

Если данное условие не выполняется, то необходимо выполнить расчеты заново, с изменением количества заземлителей и расстояния между ними.

### Форма предоставления результата

Отчет

### Критерии оценки:

оценка «отлично» выставляется студенту, если расчетная и графическая части выполнены в полном объеме, решение оформлено с соблюдением установленных правил; студент свободно владеет теоретическим материалом, безошибочно применяет его при решении задач.

оценка «хорошо» выставляется студенту, если при выполнении задания допущены незначительные ошибки, решение оформлено с соблюдением установленных правил; студент свободно владеет теоретическим материалом, безошибочно применяет его при решении задач;

оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если задание выполнено с «грубыми» ошибками, решение оформлено без соблюдения установленных правил;

оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, если работа не выполнена.

## Тема 2.2 Меры безопасности при выполнении работ на электроустановках

### Практическое занятие №8

#### Электробезопасность при оформлении проведения работ в электроустановках

**Цель:** ознакомиться с мероприятиями, правилами их оформления и проведения при работах в электроустановках

**Выполнив работу, вы будете уметь:**

Уд 1 применять в своей деятельности основные положения правовых и нормативно-технических документов по электробезопасности;

Уд 2 выполнять работы в электроустановках в соответствии с инструкциями правилами по электробезопасности, общей охраны труда и пожарной безопасности

**Выполнение практической работы способствует формированию:**

ОК 01.1, ПК 1.1.2, ПК 1.2.3, ПК 3.1.3, ПК 3.2.1

**Материальное обеспечение:**

таблицы, учебники, раздаточный материал

**Задание:**

1. Изучить теоретический материал
2. Ответить на контрольные вопросы

**Порядок выполнения работы:**

1. Указать тему, цели
2. Оформить наряд- допуск на безопасное проведение работ в электроустановках.
3. Приготовиться к защите практической работы

Выполнить практическую работу согласно инструкции

**Форма предоставления результата**

Отчет

**Критерии оценки:**

оценка «отлично» выставляется студенту, если расчетная и графическая части выполнены в полном объеме, решение оформлено с соблюдением установленных правил; студент свободно владеет теоретическим материалом, безошибочно применяет его при решении задач.

оценка «хорошо» выставляется студенту, если при выполнении задания допущены незначительные ошибки, решение оформлено с соблюдением установленных правил; студент свободно владеет теоретическим материалом, безошибочно применяет его при решении задач;

оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если задание выполнено с «грубыми» ошибками, решение оформлено без соблюдения установленных правил;

оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, если работа не выполнена.

## Тема 2.3 Оказание доврачебной помощи при поражении электрическим током

### Практическое занятие №9

#### Оказание первой медицинской помощи при ожогах электрической дугой

**Цель:** ознакомиться с мероприятиями по оказанию первой медицинской помощи при ожогах электрической дугой

**Выполнив работу, вы будете уметь:**

Уд 5 осуществлять оказание первой медицинской помощи пострадавшим от действия электрического тока

**Выполнение практической работы способствует формированию:**

ОК 01.1, ПК 1.1.2, ПК 1.2.3, ПК 3.1.3, ПК 3.2.1

**Материальное обеспечение:**

таблицы, учебники, раздаточный материал

**Задание:**

1. Изучить теоретический материал
2. Ответить на контрольные вопросы

**Порядок выполнения работы:**

1. Указать тему, цели
  2. Составить алгоритм оказания первой медицинской помощи при ожогах электрической дугой.
  3. Приготовиться к защите практической работы
- Выполнить практическую работу согласно инструкции

**Форма предоставления результата**

Отчет

**Критерии оценки:**

оценка «**отлично**» выставляется студенту, если расчетная и графическая части выполнены в полном объеме, решение оформлено с соблюдением установленных правил; студент свободно владеет теоретическим материалом, безошибочно применяет его при решении задач.

оценка «**хорошо**» выставляется студенту, если при выполнении задания допущены незначительные ошибки, решение оформлено с соблюдением установленных правил; студент свободно владеет теоретическим материалом, безошибочно применяет его при решении задач;

оценка «**удовлетворительно**» выставляется студенту, если задание выполнено с «грубыми» ошибками, решение оформлено без соблюдения установленных правил;

оценка «**неудовлетворительно**» выставляется студенту, если работа не выполнена.

**Тема 2.3 Оказание доврачебной помощи при поражении электрическим током****Практическое занятие №10****Оказание первой медицинской помощи при поражении электрическим током**

**Цель:** ознакомиться с мероприятиями по оказанию первой медицинской помощи при поражении электрическим током

**Выполнив работу, вы будете уметь:**

Уд 5 осуществлять оказание первой медицинской помощи пострадавшим от действия электрического тока

**Выполнение практической работы способствует формированию:**

ОК 01.1, ПК 1.1.2, ПК 1.2.3, ПК 3.1.3, ПК 3.2.1

**Материальное обеспечение:**

таблицы, учебники, раздаточный материал

**Задание:**

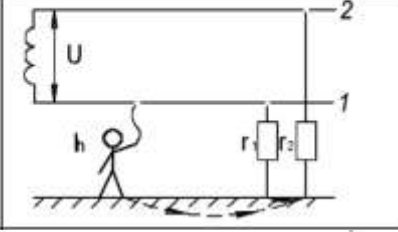
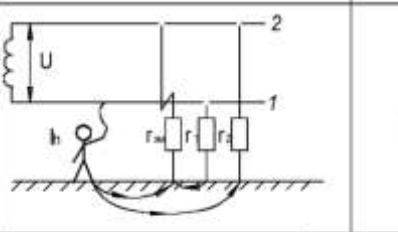
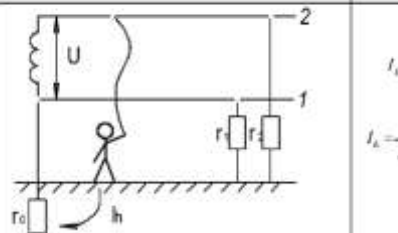
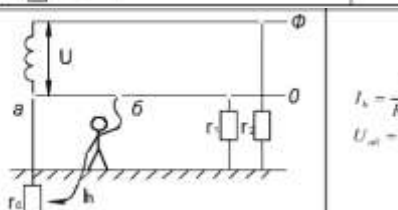
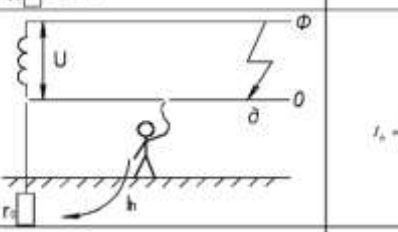
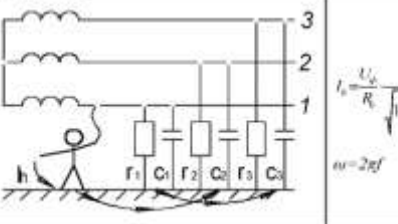
1. Изучить теоретический материал
2. Ответить на контрольные вопросы

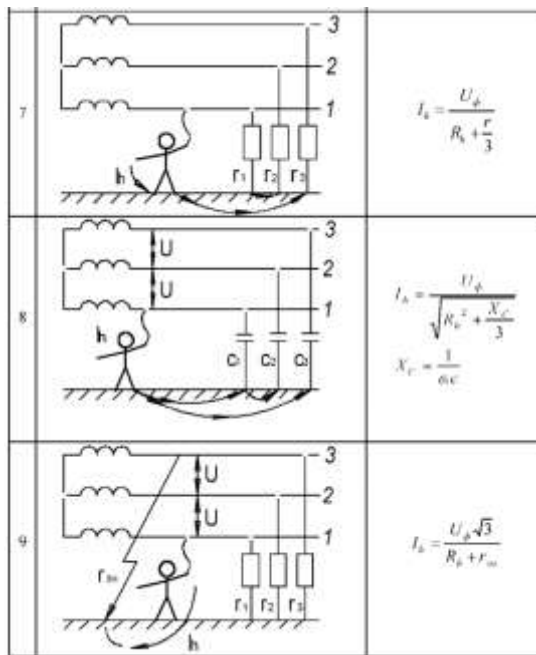
**Порядок выполнения работы:**

1. Указать тему, цели
2. Составить алгоритм оказания первой помощи при поражении электрическим током
3. Приготовиться к защите практической работы

Таблица 2

Расчётные формулы для различных схем включения человека в электрическую сеть

№	Схема включения	Расчетная формула
1	2	3
1		$I_h = U \frac{r_2}{r_1 r_2 + r_1 R_h + r_2 R_h}$
2		$I_h = \frac{U}{R_h}$
3		$I_h = \frac{U}{R_h + r_0}$ $I_{r_0} = \frac{U}{R_h + r_0 + r_1 + r_2}$
4		$I_h = \frac{U}{R_h + r_0} = 0$ $U_{a0} - I_h \cdot r_{a0} = 0$
5		$I_h = \frac{0.5 \cdot U}{R_h + r_0}$
6		$I_h = \frac{U_0}{R_h} \frac{1}{\sqrt{\frac{r_1 + 6R_h}{3R_h^2(1 + \rho^2 \omega^2 C^2)}}}$ $\omega = 2\pi f$



Расчитать каждый из 10 случаев прикосновения человека к токоведущим частям, сделать вывод, выживет человек или умрёт. Принять, что величина смертельного тока равна 100 мА. Данные для расчёта представлены в таблице 3.

Таблица 3

Название параметра	Обозначение
Значение тока, проходящего через тело человека, А	$I_h$
Напряжение, В	$U_\phi = U = 220 \text{ В}$
Сопротивление изоляции фазы относительно земли, в установках до 1 кВ, Ом	$r = r_1, r_2, r_3 = 0,5 \cdot 10^6 \text{ Ом}$
Расчетное сопротивление тела человека, Ом	$R_h = 10^3 \text{ Ом}$
Рабочее сопротивление заземления нейтрали в электроустановках до 1 кВ, Ом	$r_0 = 40 \text{ Ом}$
Сопротивление замыканию на землю, Ом	$r_{зм} = 100 \text{ Ом}$
Сопротивление пола и обуви, Ом	$r_n = r_{об} = 20 \cdot 10^3 \text{ Ом}$
Угловая скорость, рад/с	$\omega = 2\pi f = 2 \cdot 3,14 \cdot 50 = 314 \text{ рад/с}$
Емкость фазы относительно земли, Ф	$C = 0,3 \cdot 10^{-6} \text{ Ф}$
Емкостное сопротивление, Ом	$X_C = 1/\omega C = 10,6 \cdot 10^3 \text{ Ом}$

### Форма предоставления результата

Отчет

#### Критерии оценки:

оценка «отлично» выставляется студенту, если расчетная и графическая части выполнены в полном объеме, решение оформлено с соблюдением установленных правил; студент свободно владеет теоретическим материалом, безошибочно применяет его при решении задач.

оценка «хорошо» выставляется студенту, если при выполнении задания допущены незначительные ошибки, решение оформлено с соблюдением установленных правил; студент свободно владеет теоретическим материалом, безошибочно применяет его при решении задач;

оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если задание выполнено с «грубыми» ошибками, решение оформлено без соблюдения установленных правил;

оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, если работа не выполнена.

**Тема 1.2 Опасность поражения электрическим током**  
**Лабораторное занятие №1**  
**Исследование сопротивления тела человека**

**Цель:** ознакомление с методикой исследования электротехнических параметров тела человека, изучение зависимости сопротивления тела человека от частоты и формы приложенного напряжения и площади контакта с токоведущей частью.

**Выполнив работу, вы будете уметь:**

Уд 1 применять в своей деятельности основные положения правовых и нормативно-технических документов по электробезопасности.

**Выполнение лабораторной работы способствует формированию:**

ОК 01.1, ПК 1.1.2, ПК 1.2.3, ПК 3.1.3, ПК 3.2.1

**Материальное обеспечение:**

Комплект типового учебного оборудования "Измерение сопротивления заземления методом" БЖД-12;

Комплект типового учебного оборудования "Исследование сопротивления тела человека" БЖД-04.

**Задание:**

1. Прослушать инструктаж по ТБ
2. Провести исследование сопротивления тела человека в зависимости от приложенной частоты.

**Порядок выполнения работы**

1. Ознакомиться с обозначением на лабораторном стенде.
2. Подготовиться к выполнению лабораторной работы.
3. Получить данные с лабораторного стенда.
4. Оформить полученные данные.

1. Включить тумблер «СЕТЬ», расположенный на правой боковой поверхности стенда. При включении стенда (или при нажатии кнопки «Сброс» расположенной на правой боковой стенке стенда) генератор автоматически устанавливается в исходное состояние и на лицевой панели загорятся светодиодные индикаторы:

- частота приложенного напряжения 0.00 Гц;
- величина напряжения 0.0 В;
- ток через тело человека 0.0 мА.

Прибор готов к работе.

2. Последовательным нажатием кнопки, расположенной под индикатором «ЧАСТОТА ПРИЛОЖЕННОГО НАПРЯЖЕНИЯ», установите частоту 0,05 кГц (50Гц).

3.Нажмите кнопку «↑» - «+», расположенную под индикатором

4. Снимите зависимость  $I_h(f)$  при различной площади электродов для двух членов бригады. Результаты занесите в табл.4 и 5.

Таблица 4. Величина тока через тело человека  $I_h$ , мА ( $S_{\text{электрода}}=1250 \text{ см}^2$ )

	Частота приложенного напряжения, кГц											
	0,05	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	1,0	15	25	50	100	
Студент №1												
Студент №2												

Таблица 5 Величина тока через тело человека  $I_h$ , мА ( $S_{\text{электрода}}=2500 \text{ см}^2$ )

	Частота приложенного напряжения, кГц											
	0,05	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	1,0	15	25	50	100	

Студент №1											
Студент №2											

Таблица 6 Сопротивление тела человека  $Z_h$ , кОм ( $S_{\text{электрода}}=1250 \text{ см}^2$ )

	Частота приложенного напряжения, кГц										
	0,05	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	1,0	15	25	50	100
Студент №1											
Студент №2											

Таблица 7 -Сопротивление тела человека  $Z_h$ , кОм ( $S_{\text{электрода}}=2500 \text{ см}^2$ )

	Частота приложенного напряжения, кГц										
	0,05	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	1,0	15	25	50	100
Студент №1											
Студент №2											

5. По полученным экспериментальным данным выполните расчет зависимости  $Z_h(f)$ . Результаты занесите в табл.6 и 7. По полученным зависимостям сделайте выводы.

6. По окончании работы выключите тумблер «СЕТЬ»

### Форма предоставления результата

Отчет о проделанной работе, заполненная таблица, схема, выводы

### Критерии оценки:

оценка «отлично» выставляется студенту, если расчетная и графическая части выполнены в полном объеме, решение оформлено с соблюдением установленных правил; студент свободно владеет теоретическим материалом, безошибочно собирает электрические схемы, применяет его при решении задач.

оценка «хорошо» выставляется студенту, если при выполнении задания допущены незначительные ошибки, решение оформлено с соблюдением установленных правил; студент свободно владеет теоретическим материалом, безошибочно собирает электрические схемы, применяет его при решении задач;

оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если задание выполнено с «грубыми» ошибками, решение оформлено без соблюдения установленных правил; при сборке схемы допускались ошибки

оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, если работа не выполнена.

## Тема 2.1 Основы электробезопасности

### Лабораторное занятие №2

#### Исследование опасности поражения электрическим током в сети с изолированной нейтралью

**Цель:** изучить степени влияния режима нейтрали на исход поражения электрическим током.

#### Выполнив работу, вы будете уметь:

Уд 1 применять в своей деятельности основные положения правовых и нормативно-технических документов по электробезопасности

Уд 2 выполнять работы в электроустановках в соответствии с инструкциями правилами по электробезопасности, общей охраны труда и пожарной безопасности

**Выполнение лабораторной работы способствует формированию:**

ОК 01.1, ПК 1.1.2, ПК 1.2.3, ПК 3.1.3, ПК 3.2.1

**Материальное обеспечение:**

Комплект учебный лабораторного оборудования «Электробезопасность в трехфазных сетях переменного тока с изолированной и заземленной нейтралью»

**Задание:**

1. Прослушать инструктаж по ТБ
2. Выполнить работу в соответствии с заданием

**Порядок выполнения работы**

1. Изучите содержание работы.
2. Подготовиться к выполнению лабораторной работы.
3. Получить данные с лабораторного стенда.

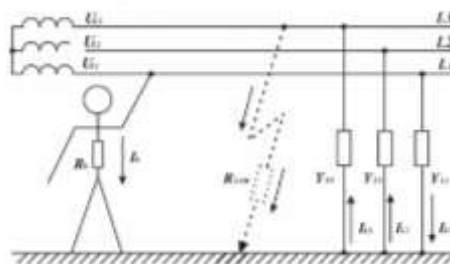


Рис. 1. Сеть с изолированной нейтралью

Изучите расположение органов управления на стенде. Снимите перемычку XS1 – получите сеть с изолированной нейтралью.

Установите переключатели  $R_{L1} = R_{L2} = R_{L3}$  (кОм), « $R_{об}$ », « $R_{нола}$ » в положение 1 кОм, « $C_{L1} = C_{L2} = C_{L3}$  (мкФ)» – в положение 0,1 мкФ, « $R_{зам}$ » в положение 1 Ом. Кнопка «Авария» должна быть отжата.

Включите тумблер «сеть».

Измерьте и запишите в отчет значения фазных напряжений сети.

Снимите зависимости  $U_{np}=f(R_{уз})$ ,  $I_h=f(R_{уз})$ . Установите переключатель  $R_{из}$  в положение 5 к Ом и снимите зависимости  $U_{np}=f(C_{уз})$ ,  $I_h=f(C_{уз})$ .

Нажмите кнопку «Авария», загорится ее подсветка. Снимите зависимости  $U_{фL1}=f(R_{зам})$ ,  $U_{фL2}=f(R_{зам})$ ,  $U_{фL3}=f(R_{зам})$  и  $U_{np}=f(R_{зам})$ .

Получите номер варианта у преподавателя и снимите зависимости согласно варианту (табл.1)

Таблица 1

№ Варианта	$R_{зам}$	Снять зависимость	При фиксированных значениях
1.	0	$I_h=f(R_{об})$	$R_{нола}=1; 10$
2.	10	$I_h=f(R_{об})$	$R_{нола}=1; 10$
3.	100	$I_h=f(R_{об})$	$R_{нола}=1; 10$
4.	1000	$I_h=f(R_{об})$	$R_{нола}=1; 10$

Отключите кнопку «Авария» и приведите стенд в исходное состояние.

Полученные результаты занесите в таблицы.

**Нормальный режим работы сети**

Таблица 2

$R_{из}$ , кОм	1	5	10	100	500
----------------	---	---	----	-----	-----

$U_{np}$ , В					
$I_h$ , МА					

Таблица 3

$C_{уз}$ , мкФ	0,1	0,5	1,0	1,5	2,0
$U_{np}$ , В					
$I_h$ , МА					

#### Аварийный режим работы сети

Таблица 5

$R_{зам}$ , Ом	0	10	100	1000
$U_{\phi L1}$ , В				
$U_{\phi L2}$ , В				
$U_{\phi L3}$ , В				

Таблица 6

$R_{зам}$ , Ом	0	10	100	1000
$U_{np}$ , В				

Таблица 7

$R_{пола}$	$R_{об}$	$I_h$
	1	
	5	
	10	
	100	
	1	
	5	
	10	
	100	

Построенные зависимости

$$U_{np} = f(R_{уз}), I_h = f(R_{уз}), U_{np} = f(C_{уз}), I_h = f(C_{уз}), U_{\phi A} = f(R_{зам}), U_{\phi B} = f(R_{зам}), U_{\phi C} = f(R_{зам}) \text{ и } U_{np} = f(R_{зам}), I_h = f(R_{об})$$

4. Оформить полученные данные и сделать выводы по работе.

#### Форма предоставления результата

Отчет о проделанной работе, заполненная таблица, схема, выводы

#### Критерии оценки:

оценка «отлично» выставляется студенту, если расчетная и графическая части выполнены в полном объеме, решение оформлено с соблюдением установленных правил; студент свободно владеет теоретическим материалом, безошибочно собирает электрические схемы, применяет его при решении задач.

оценка «хорошо» выставляется студенту, если при выполнении задания допущены незначительные ошибки, решение оформлено с соблюдением установленных правил; студент свободно владеет теоретическим материалом, безошибочно собирает электрические схемы, применяет его при решении задач;

оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если задание выполнено с «грубыми» ошибками, решение оформлено без соблюдения установленных правил; при сборке схемы допущались ошибки

оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, если работа не выполнена.

## Тема 2.1 Основы электробезопасности Лабораторное занятие №3

**Исследование опасности поражения электрическим током в сети с заземленной нейтралью**

**Цель:** изучить степени влияния режима нейтрали на исход поражения электрическим током.

**Выполнив работу, вы будете уметь:**

Уд 1 применять в своей деятельности основные положения правовых и нормативно-технических документов по электробезопасности

Уд 2 выполнять работы в электроустановках в соответствии с инструкциями правилами по электробезопасности, общей охраны труда и пожарной безопасности

**Выполнение лабораторной работы способствует формированию:**

ОК 01.1, ПК 1.1.2, ПК 1.2.3, ПК 3.1.3, ПК 3.2.1

**Материальное обеспечение:**

Комплект учебный лабораторного оборудования «Электробезопасность в трехфазных сетях переменного тока с изолированной и заземленной нейтралью»

**Задание:**

1. Прослушать инструктаж по ТБ
2. Выполнить работу в соответствии с заданием

**Порядок выполнения работы**

1. Изучите содержание работы.
2. Подготовиться к выполнению лабораторной работы.

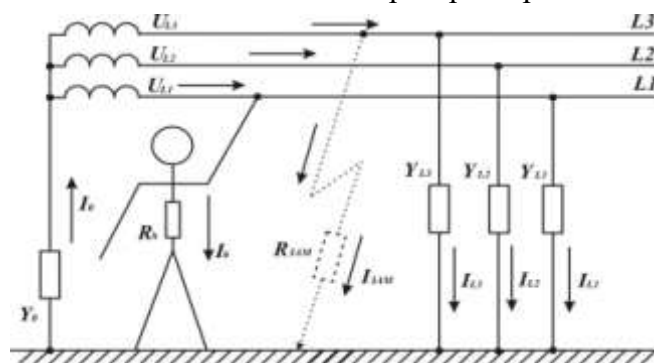


Рисунок - Сеть с заземленной нейтралью

3. Получить данные с лабораторного стенда.

Изучите расположение органов управления на стенде. Установите переключку XS1 – получите сеть с заземленной нейтралью.

Установите переключатели « $R_{L1} = R_{L2} = R_{L3}$  (кОм)», « $R_{об}$ » и « $R_{нола}$ » в положение 1кОм, « $C_{L1} = C_{L2} = C_{L3}$  (мкФ)» – в положение 0,1 мкФ, « $R_{зам}$ » в положение 1 Ом. Кнопка «Авария» должна быть отжата.

Включите выключатель «СЕТЬ».

Снимите зависимости  $U_{np}=f(R_{uz})$ ,  $I_h=f(R_{uz})$ ,  $U_{np}=f(C_{uz})$ ,  $I_h=f(C_{uz})$ .

Получите номер варианта у преподавателя и снимите зависимости согласно варианту (табл.1)

Таблица 1

№ Варианта	Снять зависимость	При фиксированных значениях
1	$I_h=f(R_{нола})$	$R_{обуви}=1;100$
2.	$I_h=f(R_{нола})$	$R_{обуви}=5;100$
3.	$I_h=f(R_{нола})$	$R_{обуви}=10;100$
4.	$I_h=f(R_{об})$	$R_{нола}=1;100$
5.	$I_h=f(R_{об})$	$R_{нола}=10;500$
6.	$I_h=f(R_{об})$	$R_{нола}=10;100$
7.	$I_h=f(R_{об})$	$R_{нола}=1;500$
8.	$I_h=f(R_{об})$	$R_{нола}=10;100$

Нажмите кнопку «Авария», загорится ее подсветка. Снимите зависимости  $U_{\phi L3}=f(R_{зам})$  и  $U_{np}=f(R_{зам})$ .

Отключите кнопку «Авария и приведите стенд в исходное состояние.

Полученные результаты занести в таблицу.

Таблица 2

$R_{из}$ , кОм	1	5	10	100	500
$U_{np}$ , В					
$I_h$ , мА					

Таблица 3

$C_{из}$ , мкФ	0,1	0,5	1,0	1,5	2,0
$U_{np}$ , В					
$I_h$ , мА					

Таблица 4 или 5 согласно варианту задания.

Таблица 4

$R_{об}$	$R_{нола}$	$I_h$
	1	
	10	
	100	
	500	
	1	
	10	
	100	
	500	

Таблица 5

$R_{нола}$	$R_{об}$	$I_h$
	1	
	5	
	10	
	100	
	1	
	5	
	10	
	100	

Таблица 6

$R_{зам}, Ом$	0	10	100	1000
$U_{фЛЗ}, В$				
$U_{нр}, МА$				

Построенные зависимости  $U_{нр}=f(R_{уз})$ ,  $I_h=f(R_{уз})$ ,  $U_{нр}=f(C_{уз})$ ,  $I_h=f(C_{уз})$ ,  $I_h=f(R_{нола})$  (или  $I_h=f(R_{об})$  согласно варианту),  $U_{фЛЗ}=f(R_{зам})$  и  $U_{нр}=f(R_{зам})$ .

4. Оформить полученные данные и сделать выводы по работе.

#### **Форма предоставления результата**

Отчет о проделанной работе, заполненная таблица, схема, выводы

#### **Критерии оценки:**

оценка «**отлично**» выставляется студенту, если расчетная и графическая части выполнены в полном объеме, решение оформлено с соблюдением установленных правил; студент свободно владеет теоретическим материалом, безошибочно собирает электрические схемы, применяет его при решении задач.

оценка «**хорошо**» выставляется студенту, если при выполнении задания допущены незначительные ошибки, решение оформлено с соблюдением установленных правил; студент свободно владеет теоретическим материалом, безошибочно собирает электрические схемы, применяет его при решении задач;

оценка «**удовлетворительно**» выставляется студенту, если задание выполнено с «грубыми» ошибками, решение оформлено без соблюдения установленных правил; при сборке схемы допускались ошибки

оценка «**неудовлетворительно**» выставляется студенту, если работа не выполнена.

## **Тема 2.1 Основы электробезопасности**

### **Лабораторное занятие №4**

#### **Измерение сопротивления заземления методом амперметра-вольтметра**

**Цель:** изучить и исследовать измерение сопротивления заземляющих устройств методом «амперметра-вольтметра».

#### **Выполнив работу, Вы будете уметь:**

Уд 1 применять в своей деятельности основные положения правовых и нормативно-технических документов по электробезопасности

Уд 2 выполнять работы в электроустановках в соответствии с инструкциями правилами по электробезопасности, общей охраны труда и пожарной безопасности.

#### **Выполнение лабораторной работы способствует формированию:**

ОК 01.1, ПК 1.1.2, ПК 1.2.3, ПК 3.1.3, ПК 3.2.1

#### **Материальное обеспечение:**

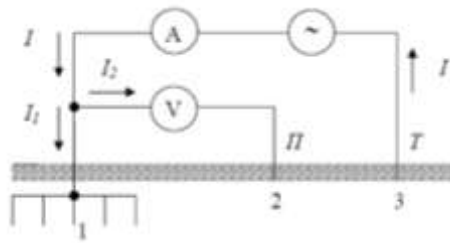
Комплект учебный лабораторного оборудования «Измерение сопротивления заземления методом амперметра-вольтметра»

#### **Задание:**

1. Повторить теоретический материал.
2. Изучить расположение органов управления на стенде.
3. Выполнить лабораторную работу согласно инструкции.

#### **Порядок выполнения работы:**

1. Изучите содержание работы.
2. Изучите расположение приборов и органов управления на стенде.



3. Переведите выключатель «Сеть», расположенный на торце стенда, в положение «ВКЛ».
4. Собрать однолучевую схему измерения для одиночного стержневого заземлителя, определив расстояния для потенциального и токового электродов, исходя из длины заземлителя.
5. Получить у преподавателя значение удельного сопротивления грунта  $\rho$ .
6. Установить ток генератора согласно таблице.
7. Записать показания вольтметра.
8. Повторить пп. 4–6 для каждой из длин заземлителя и соответствующих значений тока генератора.
9. Собрать двухлучевую схему измерения для одиночного стержневого заземлителя, определив расстояния для потенциального и токового электродов, исходя из длины заземлителя.
10. Установить ток генератора согласно табл. 1.
11. Записать показания вольтметра.
12. Повторить п.п. 8–10 для каждой из длин заземлителя и соответствующих значений тока генератора.
13. Получить у преподавателя значение удельного сопротивления грунта  $\rho$ .
14. Собрать однолучевую схему измерения для сложного заземлителя.
15. Установить ток генератора согласно таблице.
16. Записать показания вольтметра.
17. Повторить п.п. 13–14 для других значений тока генератора.
18. Собрать двухлучевую схему измерения для сложного заземлителя.
19. Выполнить пп. 13–15.
20. Разобрать схему измерения.
21. Отключить стенд вначале выключателем «Сеть», а затем сетевым кабелем, отсоединив его от розетки.
22. Сделать выводы.
23. Ответить на контрольные вопросы.
  - 1) Почему измерение сопротивления заземления производится на переменном, а не на постоянном токе?
  - 2) Поясните, почему необходимо выдерживать определенное расстояние между потенциальным и токовым электродами?
  - 3) Приборы какого класса точности целесообразно применять для измерения сопротивления заземления?
  - 4) Почему вольтметр, применяемый для измерения сопротивления заземления методом «амперметра-вольтметра», должен иметь большое внутреннее сопротивление?
  - 5) Чем обусловлена погрешность измерения сопротивления заземления методом «амперметра-вольтметра»?

#### **Форма предоставления результата**

Отчет о проделанной работе, заполненная таблица, схема, выводы

#### **Критерии оценки:**

оценка «отлично» выставляется студенту, если расчетная и графическая части выполнены в полном объеме, решение оформлено с соблюдением установленных правил;

студент свободно владеет теоретическим материалом, безошибочно собирает электрические схемы, применяет его при решении задач.

оценка «хорошо» выставляется студенту, если при выполнении задания допущены незначительные ошибки, решение оформлено с соблюдением установленных правил; студент свободно владеет теоретическим материалом, безошибочно собирает электрические схемы, применяет его при решении задач;

оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если задание выполнено с «грубыми» ошибками, решение оформлено без соблюдения установленных правил; при сборке схемы допускались ошибки

оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, если работа не выполнена.

## **Тема 2.1 Основы электробезопасности**

### **Лабораторное занятие №5**

#### **Изучение систем заземления TN, TT, IT**

**Цель:** изучить системы заземления/защиты в сетях напряжением до 1000В

**Выполнив работу, Вы будете уметь:**

Уд 1 применять в своей деятельности основные положения правовых и нормативно-технических документов по электробезопасности

Уд 2 выполнять работы в электроустановках в соответствии с инструкциями правилами по электробезопасности, общей охраны труда и пожарной безопасности.

**Материальное обеспечение:** стенд лабораторный " Защитное заземление и зануление ", конспект лекций, формулы, схемы.

**Задание:**

Пользуясь принципиальными схемами собрать электрические цепи TN, TT и IT и определить основные параметры систем заземления/защиты в сетях напряжением до 1000В

**Порядок выполнения работы:**

1. Ознакомиться с обозначением на лабораторном стенде.
2. Подготовиться к выполнению лабораторной работы.
3. Получить данные с лабораторного стенда.
4. Оформить полученные данные.

Метод повторного заземления в TN-сетях, напряжением до 1000 В.

1. Убедиться, что лабораторный стенд выключен из сети электропитания.
2. Собрать схему электрических соединений: соединить проводниками контакты: X1-X26, X2-X27, X2-X6, X9-X13, X4-X4, X24-X25.
3. Включить питание: модуль питания, сеть, SA1, QF1- вкл.
4. Установить переключатели SW1-4 положение 1.
5. Нажать авария, SB1. Убедиться, что ток возрос, срабатывает защита.
6. Сделать вывод, о значимости повторного заземления в TN-сетях.

Изучение защиты в TT-сетях напряжением до 1000 В.

1. Убедиться, что лабораторный стенд выключен из сети электропитания.
2. Собрать схему электрических соединений: соединить проводниками контакты: X1-X2, X2-X6, X9-X26, X10-X27, X24-X25.
3. Включить питание: модуль питания, сеть, SA1, QF1- вкл.
4. Установить переключатели SW1-4 положение 1.
5. Нажать авария, SB1. Считать значение тока (776 мА)
6. Соединить проводником X11-X12.
7. Нажать авария, SB1. Считать значение тока (1148 мА)

8. Сделать вывод, о работе защиты в ТТ-сетях.

Изучение защиты в ИТ-сетях напряжением до 1000В.

1. Убедиться, что лабораторный стенд выключен из сети электропитания.
2. Собрать схему электрических соединений: соединить проводниками контакты: X1-X2, X2-X6, X9-X27, X10-X26, X24-X25, X4-X28, X12-X29.
3. Включить питание: модуль питания, сеть, SA1, QF1- вкл.
4. Установить переключатели SW1-4 положение 1.
5. Нажать авария, SB1. Ток аварии: 788 мА, напряжение на корпусе 118 В.
6. Сделать вывод, о работе защиты в ИТ-сетях.

**Форма представления результата:**

- а) наименование работы и цель работы;
- б) схемы экспериментов и таблицы полученных экспериментальных данных;
- в) результаты расчетов;
- г) выводы по работе.

**Критерии оценки:**

**Оценка «отлично»** ставится в том случае, если студент:

- свободно применяет полученные знания при выполнении лабораторных заданий;
- выполнил работу в полном объеме с соблюдением необходимой последовательности действий;
- в письменном отчете по работе правильно и аккуратно выполнены все записи;

**Оценка «хорошо»** ставится, если:

- выполнены требования к оценке «отлично», но допущены 2 – 3 недочета при выполнении лабораторных заданий и студент может их исправить самостоятельно или при небольшой помощи преподавателя;
- в письменном отчете по работе делает незначительные ошибки;

**Оценка «удовлетворительно»** ставится, если:

- практическая работа выполнена не полностью, но объем выполненной части позволяет получить правильные результаты и выводы;
- в ходе выполнения работы студент продемонстрировал слабые практические навыки, были допущены ошибки;
- в письменном отчете по работе допущены ошибки;

**Оценка «неудовлетворительно»** ставится, если:

- лабораторная работа выполнена не полностью и объем выполненной работы не позволяет сделать правильных выводов, у студента имеются лишь отдельные представления об изученном материале, большая часть материала не усвоена;
- в письменном отчете по работе допущены грубые ошибки, либо он вообще отсутствует;