

Федеральное агентство по образованию  
Государственное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования  
«Ивановский государственный энергетический  
университет имени В.И. Ленина»  
Кафедра «Безопасность жизнедеятельности»

## **Моделирование защитного заземления и самозаземления электрооборудования**

Методические указания к лабораторной работе  
по курсу «Безопасность жизнедеятельности»

Иваново 2009

Составители: Д.А. Климов

Редактор А.Г. Горбунов

Предназначены для выполнения лабораторной работы по курсу «Безопасность жизнедеятельности». Дан список контрольных вопросов.

Утверждены цикловой методической комиссией ИФФ.

Рецензент

кафедра безопасности жизнедеятельности ГОУ ВПО «Ивановский государственный энергетический университет имени В.И.Ленина»

МОДЕЛИРОВАНИЕ ЗАЩИТНОГО ЗАЗЕМЛЕНИЯ И  
САМОЗАЗЕМЛЕНИЯ ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ  
Методические указания к лабораторной работе  
по курсу «Безопасность жизнедеятельности»

Составители: КЛИМОВ Дмитрий Александрович

Редактор С.М. Коткова

Лицензия №

Подписано в печать                      Формат

Печать плоская. Усл. печ. л.                      Тираж 200 экз. Заказ №

ГОУ ВПО «Ивановский государственный энергетический университет имени В.И. Ленина»

153003, г.Иваново, ул.Рабфаковская, 34.

Отпечатано в РИО ИГЭУ

## Содержание

1. Описание лабораторного стенда	4
2. Схема лабораторного стенда для проведения работы	5
3. Подготовка и проведение измерений с помощью электронного мультиметра	6
4. Требования по технике безопасности	7
5. Содержание работы	8
6. Порядок выполнения работы	8
7. Содержание отчета	9
Контрольные вопросы	11
Библиографический список	11

*Цель работы:* исследовать влияние режима нейтрали электрической сети, типа грунта, типа рабочего оборудования (экскаватора) и параметров электрической сети на условия электробезопасности.

Терминология:

*Заземление* – преднамеренное электрическое соединение какой-либо точки сети, электроустановки или оборудования с заземляющим устройством.

*Защитное заземление* – заземление, выполняемое в целях электробезопасности.

*Глухозаземленная нейтраль* – нейтраль трансформатора или генератора, присоединенная непосредственно к заземляющему устройству. Глухозаземленным может быть также вывод источника однофазного переменного тока или полюс источника постоянного тока в двухпроводных сетях, а также средняя точка в трехпроводных сетях постоянного тока.

*Изолированная нейтраль* – нейтраль трансформатора или генератора, неприсоединенная к заземляющему устройству или присоединенная к нему через большое сопротивление приборов сигнализации, измерения, защиты и других аналогичных им устройств.

## **1. Описание лабораторного стенда**

Комплект типового лабораторного оборудования предназначен для проведения лабораторных работ по специальностям «Безопасность жизнедеятельности в техносфере», «Безопасность технологических процессов и производств (по отраслям)» и другим инженерным специальностям.

Аппаратная часть комплекта выполнена по блочному (модульному) принципу и содержит:

- спроектированные с учебными целями натурные аналоги элементов электрической системы;
- источники питания;
- измерительные преобразователи и приборы;
- составной лабораторный стол со встроенными контейнерами для хранения проводников и методических материалов, рамами для установки необходимых в эксперименте функциональных блоков.

Питание комплекта осуществляется от трехфазной электрической сети напряжением 380 В с нейтральным и защитным проводниками.

## 2. Схема лабораторного стенда для проведения работы

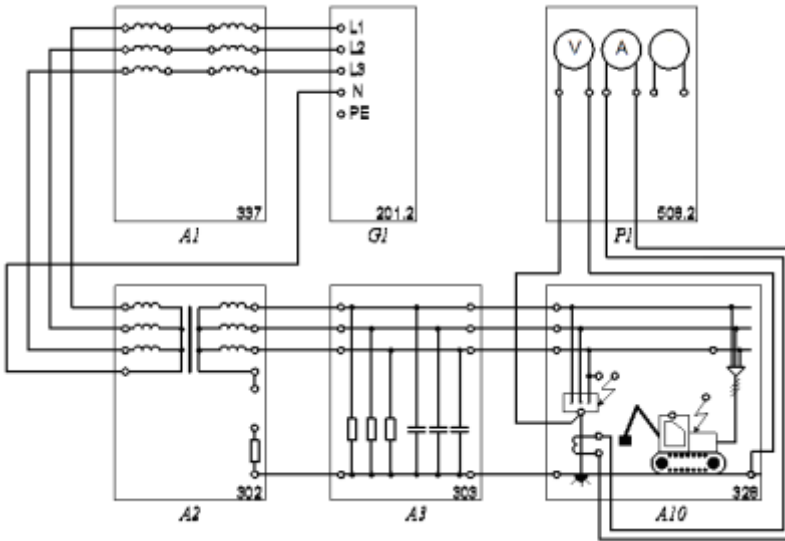
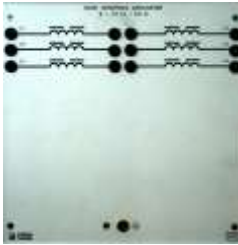


Рис. 1. Электрическая схема соединений

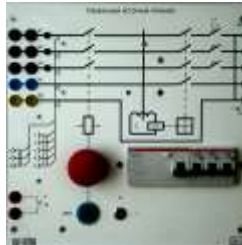
Таблица 2.1.

Перечень используемой в лабораторной работе аппаратуры

Обозначение	Наименование	Тип	Параметры (предельные)
G1	Трехфазный источник питания	201.2	400 В ~; 16 А
A1	Блок линейных дросселей	337	6x1,0 Гн; 0,5 А
A2	Трехфазный трансформатор	302	250 В·А, 380/380 В, Y-0/Y-0
A3	Модель участка электрической сети	303	380 В ~; 3 × 0.5 А
A10	Модель защитного заземления / самозаземления	328	380 В ~; 3 × 0.5 А
P1	Блок мультиметров	508.2	3 мультиметра 0...1000 В ~; 0...10 А ~; 0...20 МОм



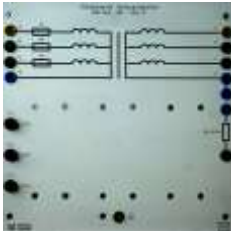
337



201.2



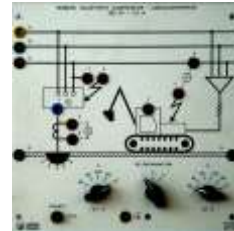
508.2



302



303



328

Рис. 2. Блоки для сборки схемы

### 3. Подготовка и проведение измерений с помощью электронного мультиметра

Для измерения трех базовых электрических величин (напряжения, тока и омического сопротивления) используется мультиметр. До его подключения к цепи необходимо выполнить следующие операции:

- установка рода тока (постоянный/переменный);
- выбор диапазона измерений соответственно ожидаемому результату измерений;
- правильное подсоединение зажимов мультиметра к измеряемой цепи.

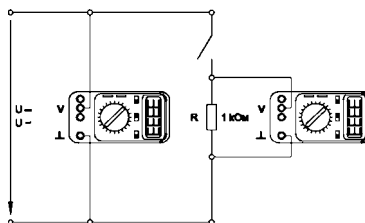


Рис. 3. Присоединение мультиметра как вольтметра

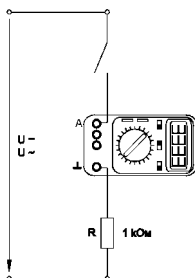


Рис. 4. Присоединение мультиметра как амперметра

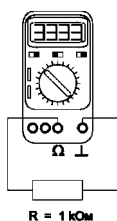


Рис. 5. Присоединение мультиметра как омметра

#### 4. Требования по технике безопасности

1. К работе со стендом допускаются лица, прошедшие первичный инструктаж, ознакомленные с устройством стенда и порядком выполнения лабораторной работы.
2. Запрещается самостоятельная выемка/вставка блоков стенда.
3. Запрещается использование проводов с поврежденной изоляцией или рукоятками контактов.
4. При сборке схемы запрещается натяжение проводов.
5. Запрещается включение собранной электрической схемы для проведения лабораторной работы без проверки правильности сборки руководителем работы.
6. Запрещается извлечение/замена плавких предохранителей из блоков стенда.
7. Запрещается самостоятельно регулировать или ремонтировать блоки, панели управления, выключатели, системы блокировки или какие-либо другие части стенда. Ремонт производится только специалистами.
8. Во время работы оборудование стенда должно быть заземлено.
9. При обнаружении каких-либо неисправностей необходимо сообщить о них руководителю лабораторной работы или персоналу лаборатории.

## 5. Содержание работы

1. Исследование влияния режима нейтрали электрической сети на эффективность защитного заземления.
2. Исследование влияния типа грунта (пять типов грунтов) на условия электробезопасности.
3. Исследование влияния типа экскаватора (три типа) на условия электробезопасности.
4. Исследование влияния параметров электрической сети (сопротивления изоляции и емкостной проводимости) на условия электробезопасности.

## 6. Порядок выполнения работы

1. Убедитесь, что устройства, используемые в эксперименте, отключены от сети электропитания.
2. Соедините гнезда защитного заземления « $\oplus$ » устройств, используемых в эксперименте, с гнездом «РЕ» источника G1 (рис. 1).
3. Соедините аппаратуру в соответствии с электрической схемой соединений (рис. 1).
4. Включите источник G1 и питание блока мультиметров P1.
5. Режим глухозаземленной (изолированной) нейтрали питающей электрической сети моделируйте установкой (отсутствием) переключки между гнездом нейтральной точки трансформатора и гнездом сопротивления заземлителя  $R_0$  в блоке трехфазного трансформатора A2 (рис. 1, 2).
6. Грунт, в котором проложен заземлитель, характеризуется удельным электрическим сопротивлением  $\rho_1$ , а грунт, на котором стоит экскаватор – удельным электрическим сопротивлением  $\rho_2$  модели A10.
7. Смоделируйте замыкание фазы на корпус электрооборудования установкой переключки между гнездами 3 и 4 модели A10 (рис. 1, 2).
8. Варьируя сопротивление изоляции  $R_{из} = R_A = R_B = R_C$  и емкости  $C = C_A = C_B = C_C$  фаз модели A3, а также изменяя значение удельного сопротивления грунта заземлителя  $\rho_1$  модели A10, выполните измерение тока короткого замыкания с помощью амперметра блока мультиметров P1, включенного между гнездами 5, 6 модели A10 и напряжения на корпусе электрооборудования с помощью вольтметра, включив его между гнездами 1, E модели A10 для двух режимов сети: с глухозаземленной и изолированной нейтралью.  
Результаты экспериментов занесите в таблицы 7.1 и 7.2.



9. Выключите источник G1 и питание блока мультиметров P1, переключите амперметр блока мультиметров P1 между гнезд 7 и 8, смоделировав при этом замыкание фазы на корпус экскаватора, а вольтметр между гнезд 2 и E модели A10.
10. Включите источник G1 и питание блока мультиметров P1.
11. Варьируя сопротивление изоляции  $R_{ИЗ} = R_A = R_B = R_C$  и емкости  $C = C_A = C_B = C_C$  фаз модели A3, а также изменяя значение удельного сопротивления грунта под экскаватором  $\rho_2$  модели A10, выполните измерение тока короткого замыкания с помощью амперметра и напряжения на корпусе экскаватора с помощью вольтметра для двух режимов сети: с глухозаземленной и изолированной нейтралью. Проведите эксперимент для трех типов экскаваторов, выбор которых можно выполнить переключателем «Тип экскаватора» модели A10. Результаты экспериментов занесите в таблицы 7.3 и 7.4.
12. По завершении эксперимента отключите источник G1 и питание блока мультиметров P1 (рис. 1, 2).
13. Демонтируйте собранную для проведения лабораторной работы электрическую схему.

## 7. Содержание отчета

Отчет должен содержать в себе данные, полученные в ходе проведения лабораторной работы, оформленные в виде таблиц и графиков (строятся по полученным зависимостям); результаты анализа и сравнения; выводы по разделам отчета.

Таблица 7.1, 7.2

Ток КЗ и напряжение на корпусе электрооборудования при использовании защитного заземления в сети с глухозаземленной (изолированной) нейтралью

Напряжение на корпусе электрооборудования	Ток, стекающий в землю с корпуса электрооборудования	Удельное сопротивление грунта заземлителя	Активное сопротивление изоляции	Емкость фаз
$U_{IE}$ (В)	$I_{56}$ (А)	$\rho_1$ (Ом·м)	$R_{ИЗ}$ (кОм)	$C$ (мкФ)
		var	const	const
		const	var	const
		const	const	var

Примечание: const – зафиксированное значение параметра, заданное руководителем, var – изменяемое значение параметра по заданию руководителя

Таблица 7.3, 7.4

Ток КЗ и напряжение на корпусе экскаватора при наличии самозаземления в сети с глухозаземленной (изолированной) нейтралью

Напряжение на корпусе экскаватора	Ток, стекающий в землю через корпус экскаватора	Тип используемого экскаватора	Удельное сопротивление грунта под экскаватором	Активное сопротивление изоляции	Емкость фаз
$U_{2E}$ (В)	$I_{78}$ (А)	№ типа	$\rho_2$ (Ом·м)	$R_{ИЗ}$ (кОм)	$C$ (мкФ)
		var	var	const	const
			const	var	const
			const	const	var

Примечание: const – зафиксированное значение параметра, заданное руководителем, var – изменяемое значение параметра по заданию руководителя

## Контрольные вопросы

1. Что такое защитное заземление?
2. Для каких целей выполняется защитное заземление; принцип его работы?
3. Что называется самозаземлением? Условия для его возникновения?
4. Есть ли необходимость в использовании защитного заземления при наличии самозаземления оборудования? Почему?
5. Какое влияние оказывает удельное сопротивление грунта на условия электробезопасности при возникновении самозаземления?
6. Присутствует ли опасность поражения электрическим током от напряжения прикосновения и напряжения шага при наличии защитного заземления электрооборудования? Обоснуйте ответ.
7. Как влияет изменение режима нейтрали на условия электробезопасности сети?

## Библиографический список

1. **Правила** устройства электроустановок.– 7-е изд., перераб. и доп.– М.: Энергоатомиздат, 2002.
2. **Сенигов, П. Н.** Основы электробезопасности. Руководство по выполнению базовых экспериментов. ОЭБ.001 РБЭ (912).– Челябинск: ООО «Учебная техника», 2004.