

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

**Исследование явлений при стекании тока в  
землю через защитный заземлитель**

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»

## ИССЛЕДОВАНИЕ ЯВЛЕНИЙ ПРИ СТЕКАНИИ ТОКА В ЗЕМЛЮ ЧЕРЕЗ ЗАЩИТНЫЙ ЗАЗЕМЛИТЕЛЬ

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:* определить зависимости, характеризующие явления при стекании тока в землю через защитный заземлитель.

Терминология:

*Напряжение шага* – напряжение между двумя точками на поверхности земли, на расстоянии 1 м одна от другой, которое принимается равным длине шага человека.

*Напряжение прикосновения* – напряжение между двумя проводящими частями или между проводящей частью и землей при одновременном прикосновении к ним человека или животного.

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

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

*Рабочее (функциональное) заземление* – заземление точки или точек токоведущих частей электроустановки, выполняемое для обеспечения работы электроустановки (не в целях электробезопасности).

*Заземляющее устройство* – совокупность заземлителя и заземляющих проводников.

*Выравнивание потенциалов* – снижение разности потенциалов (шагового напряжения) на поверхности земли или пола при помощи защитных проводников, проложенных в земле, в полу или на их поверхности и присоединенных к заземляющему устройству, или путем применения специальных покрытий земли.

## 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.

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

## 2. Схема лабораторного стенда для проведения работы

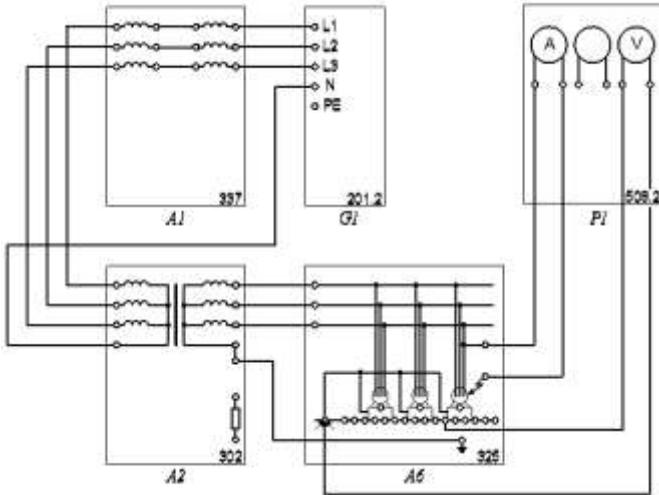
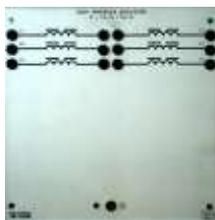


Рис. 1. Электрическая схема соединений

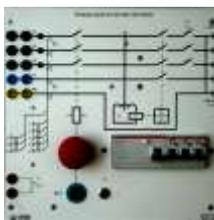
Таблица 2.1.

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
A6	Модель заземлителя с полусферическим электродом	325	380 В ~; 3 × 0.5 А
	Модель заземлителя с вертикальным трубчатым электродом	326	
	Модель заземлителя с протяженным трубчатым электродом на поверхности	327	
P1	Блок мультиметров (3 мультиметра)	508.2	0...1000 В $\overline{\sim}$ ; 0...10 А $\overline{\sim}$ ; 0...20 МОм



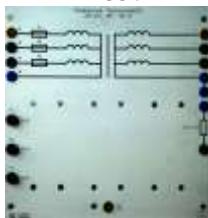
337



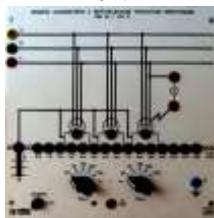
201.2



508.2



302



325, 326, 327

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.

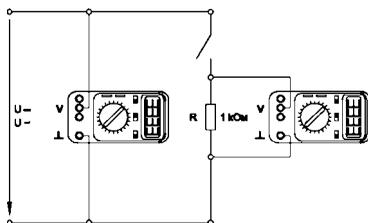


Рис. 3. Присоединение мультиметра как вольтметра

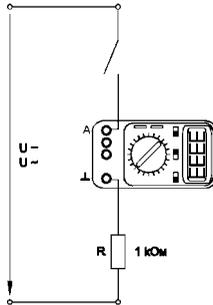


Рис. 4. Присоединение мультиметра как амперметра

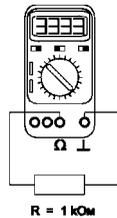


Рис. 5. Присоединение мультиметра как омметра

#### 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. Снятие зависимости потенциала основания электрооборудования от расстояния до заземлителя (для трех видов заземлителей и до пяти типов грунтов).
2. Снятие зависимости напряжения прикосновения от расстояния до заземлителя (для трех видов заземлителей и до пяти типов грунтов).
3. Снятие зависимости шагового напряжения от расстояния до заземлителя (для трех видов заземлителей и до пяти типов грунтов).

## 6. Порядок выполнения работы

1. Используйте первоначально в эксперименте, например, модель А6 заземлителя с полусферическим электродом (код 325).
2. Убедитесь, что устройства, используемые в эксперименте, отключены от сети электропитания.
3. Соедините гнезда защитного заземления « $\oplus$ » устройств, используемых в эксперименте, с гнездом «РЕ» источника G1 (рис. 1).
4. Соедините аппаратуру в соответствии с электрической схемой соединений (рис. 1).
5. Включите источник G1 и питание блока мультиметров P1.
6. При заданных сопротивлениях грунта  $\rho$  модели заземлителя А6 ( $\rho_{\text{заземлителя}} = \rho_{\text{оборудования}}$ , одинаковые значения левого и правого переключателя), снимите с помощью вольтметра блока P1 зависимости от расстояния  $x$ : потенциала основания электрооборудования:

$$\varphi_{\text{осн}} = f(x)$$

(вольтметр включать между гнездом « $\perp$ » и гнездами, соответствующими расстоянию  $x$  (рис. 1, 2)), напряжения прикосновения:

$$U_{\text{ПР}} = f(x)$$

(вольтметр включать между гнездом « $\emptyset$ » и гнездами, соответствующими расстоянию  $x$  (рис. 1, 2)), шагового напряжения:

$$U_{\text{Ш}} = f(x)$$

(вольтметр включать между соседними гнездами, соответствующими расстоянию  $x$  (рис. 1, 2)).

Результаты экспериментов занесите в таблицы 7.1, 7.2, 7.3.

7. Ток стекания в землю контролируйте с помощью амперметра блока Р1. Он не должен превышать **0,5 А!**
8. Отключите источник G1 и замените в электрической схеме модель А6 заземлителя с полусферическим электродом (код 325) на модель А6 заземлителя с вертикальным трубчатым электродом (код 326).
9. Включите источник G1 и вновь снимите вышеупомянутые зависимости (п. 6).
10. Еще раз отключите источник G1 и замените в электрической схеме модель А6 заземлителя с вертикальным трубчатым электродом (код 326) на модель А6 заземлителя с протяженным трубчатым электродом на поверхности (код 327).
11. Вновь включите источник G1 и в третий раз снимите вышеупомянутые зависимости (п. 6).
12. По завершении эксперимента отключите источник G1 и питание блока мультиметров Р1 (рис. 1, 2).
13. Используйте полученные зависимости для формулирования выводов о влиянии на электробезопасность типа заземлителя, удельного сопротивления грунта, в котором он заложен, и расстояния от заземлителя до места установки защищаемого электрооборудования.
14. 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

Зависимость потенциала основания электрооборудования от расстояния до заземлителя

Потенциал основания	Удельное сопротивление грунта	Расстояние
$\Phi_{осн} (В)$	$\rho (Ом \cdot м)$	$x (м)$
	const	var

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

Таблица 7.2

Зависимость напряжения прикосновения  
от расстояния до заземлителя

Напряжение прикосновения	Удельное сопротивление грунта	Расстояние
$U_{\text{пр}} \text{ (В)}$	$\rho \text{ (Ом}\cdot\text{м)}$	$x \text{ (м)}$
	const	var

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

Таблица 7.3

Зависимость напряжения шага  
от расстояния до заземлителя

Шаговое напряжение	Удельное сопротивление грунта	Расстояние
$U_{\text{ш}} \text{ (В)}$	$\rho \text{ (Ом}\cdot\text{м)}$	$x \text{ (м)}$
	const	var

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

## Контрольные вопросы

1. Что называется напряжением прикосновения?
2. Где расположена безопасная зона с точки зрения напряжения прикосновения?
3. Чем объясняется рост напряжения прикосновения по мере удаления от заземлителя?
4. Что называется напряжением шага?
5. Где расположена безопасная зона с точки зрения шагового напряжения?
6. Что влияет на величину шагового напряжения? Меры защиты.
7. По какому закону происходит изменение потенциала на поверхности земли при удалении от заземлителя?
8. Что такое «выравнивание потенциалов», где и каким образом оно осуществляется?
9. Что называется защитным заземлением? Его назначение и принцип действия.
10. Что называется заземляющим устройством?
11. Что называется рабочим заземлением?

## 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.