

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ИВАНОВСКАЯ ПОЖАРНО-СПАСАТЕЛЬНАЯ АКАДЕМИЯ ГОСУДАРСТВЕННОЙ
ПРОТИВОПОЖАРНОЙ СЛУЖБЫ МИНИСТЕРСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ПО ДЕЛАМ ГРАЖДАНСКОЙ ОБОРОНЫ, ЧРЕЗВЫЧАЙНЫМ СИТУАЦИЯМ
И ЛИКВИДАЦИИ ПОСЛЕДСТВИЙ СТИХИЙНЫХ БЕДСТВИЙ»**

ПОЖАРНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ ЭЛЕКТРОУСТАНОВОК

Практикум

Иваново 2020

УДК 614.841.3

ББК 68.9

П 46

Рецензенты:

Сайкин М. С. – доцент кафедры теоретических основ электротехники и электротехнологии ФГБОУ ВО «Ивановский государственный энергетический университет», кандидат технических наук, доцент

Топоров А. В. – доцент кафедры механики, ремонта и деталей машин (в составе УНК «Пожаротушение») ФГБОУ ВО Ивановской пожарно-спасательной академии ГПС МЧС России подполковник внутренней службы, кандидат технических наук, доцент

*Издается по решению Редакционно-издательского совета
Ивановской пожарно-спасательной академии
(Протокол № 6 от 10.12.2020)*

Пожарная безопасность электроустановок: практикум / А.Л. Никифоров, С.Н. Ульева, К.В. Семенова, А.Г. Азовцев. – Иваново: ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, 2020. – 59 с.

Практикум содержит указания для проведения лабораторных работ и практических занятий по изучению электроприборов, аппаратов электрической сети и их защитных характеристик при прохождении курса по дисциплине «Пожарная безопасность электроустановок». В практикуме изложены основные теоретические положения и порядок проведения лабораторных работ. Приведены методики проведения экспериментальных исследований, порядок обработки полученных результатов. Для закрепления тем лабораторных работ приведены контрольные вопросы.

Предназначено для обучающихся очной формы обучения по специальности 20.02.04 «Пожарная безопасность» квалификация базовой подготовки «Техник».

Оглавление

ВВЕДЕНИЕ	4
1 ОБЩИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ОСУЩЕСТВЛЕНИЮ ЛАБОРАТОРНОГО ЭКСПЕРИМЕНТА	5
1.1 Подготовка к лабораторному занятию	5
1.2 Правила техники безопасности при выполнении практических и лабораторных работ	5
1.3 Проведение эксперимента	6
1.4 Обработка результатов и оформление отчета	7
1.5 Сдача и защита отчета по выполненной лабораторной работе	9
2 МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К ПРОВЕДЕНИЮ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ	10
Лабораторная работа № 1 Исследование параметров электромагнитного реле переменного тока	10
Лабораторная работа № 2 Исследование параметров автоматических выключателей	15
Лабораторная работа № 3 Исследование параметров теплового реле	20
Лабораторная работа № 4 Исследование параметров работы магнитного пускателя переменного тока	25
Лабораторная работа № 5 Исследование времятоковых характеристик УЗО-Д под различной нагрузкой в режиме зануления	30
Лабораторная работа № 6 Исследование параметров устройства защитного зануления в сетях с напряжением до 1000 В	35
Лабораторная работа № 7 Исследование параметров заземления и зануления электроустановок с помощью прибора MRU-105	39
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	44
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ	45
ПРИЛОЖЕНИЯ	47
Приложение 1 Лабораторный стенд «Электрические аппараты»	47
Приложение 2 Типовой комплект учебного оборудования «Устройство защитного отключения»	53
Приложение 3 Типовой комплект учебного оборудования «Защитное заземление и зануление»	55
Приложение 4 Измеритель параметров заземляющих устройств «MRU-105»	56

ВВЕДЕНИЕ

Проведение лабораторных и практических занятий с применением лабораторного оборудования, стендов и типовых комплектов значительно повышает интерес обучающихся к изучению дисциплины, а также повышает усвояемость полученной информации. В данном практикуме содержится практический материал для самостоятельного выполнения, под контролем преподавателя, и экспериментального исследования процессов протекающих в электрических установках и сетях.

Тематика лабораторных работ по дисциплине «Пожарная безопасность электроустановок» направлена на закрепление теоретических знаний, полученных обучающимися на лекционных занятиях, на экспериментальную проверку теоретических положений, выработку умений и практических навыков работы с оборудованием и измерительными приборами, с практикой планирования и подготовки эксперимента, а также анализа и обработки его результатов.

В ходе выполнения лабораторных работ обучающиеся должны:

- выполнить исследования по экспериментальному подтверждению теоретических положений дисциплины;
- научиться читать и собирать схемы электроустановок, различать условные графические обозначения оборудования, аппаратов, токоведущих частей и электронно-измерительных приборов;
- ознакомиться с устройством и принципом действия аппаратов защиты и управления в системах электроснабжения;
- приобрести навыки использования измерительных приборов;
- развить навыки научно-исследовательской деятельности.

1 ОБЩИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ОСУЩЕСТВЛЕНИЮ ЛАБОРАТОРНОГО ЭКСПЕРИМЕНТА

1.1 Подготовка к лабораторному занятию

Экспериментальные задачи, предлагаемые на лабораторных занятиях, могут быть успешно решены в отведенное в соответствии с расписанием занятий время только при условии тщательной предварительной подготовки к каждой из них.

Все лабораторные работы выполняются обучающимися после повторения теоретического материала, изложенного в лекциях, учебниках и теоретической части данного лабораторного практикума. Обучающийся, в первую очередь, должен твердо уяснить цель задания и четко представлять назначение устройства, его условное обозначение на электрических схемах, принцип действия и основные характеристики.

Затем, по материалам руководства необходимо ознакомиться с основными параметрами объекта исследования, источников питания и других используемых в стенде преобразователей и пускорегулирующих аппаратов. Эти сведения нужны для определения диапазона возможного изменения величин и необходимого режима работы объекта исследования. Требуемые расчетные соотношения и формулы следует найти и записать самостоятельно на основе изучения учебных пособий.

Особое внимание следует уделить измерительным приборам. В соответствии с каждым этапом рабочего задания необходимо проанализировать схему соединений, состоящую из элементов объекта исследования и электроизмерительных приборов. При этом рекомендуется заготовить таблицы для записи показаний приборов.

Одним из важных этапов подготовки к выполнению лабораторной работы является изучение технологии проведения эксперимента, используя методические рекомендации к выполнению рабочего задания.

Завершает этап подготовки к выполнению лабораторной работы составление ответов на контрольные вопросы, приведенные в методических указаниях.

На лабораторные занятия обучающимся с собой необходимо иметь: тетрадь для занесения экспериментальных данных и составления отчета, письменные принадлежности (карандаши, ручки и т. д.), лист миллиметровой бумаги формата А4, циркуль, линейку, калькулятор.

1.2 Правила техники безопасности при выполнении практических и лабораторных работ

Согласно правилам устройства электроустановок (ПУЭ) для помещений без повышенной опасности поражения током, к которым относятся лаборатории, безопасным считается напряжение до 42 В.

Основные правила по технике безопасности следующие:

1. К работе допускаются обучающиеся после прохождения инструктажа на рабочем месте под роспись в Ведомости регистрации первичного (повторного) инструктажа на рабочем месте по охране труда при проведении практического (лабораторного, лабораторно-практического, практического) занятия.

2. Не следует забывать, что электрооборудование (электрические машины, аппараты и др.), используемое в лаборатории, выполнено для работы от сети с напряжением до 220 В, в то время как опасным для жизни следует считать напряжение более 36 В.

3. В каждой группе должно быть не меньше двух-трех обучающихся, выполняющих лабораторную работу.

4. Переключатель лабораторного стенда перевести в выключенное состояние перед началом сборки цепи.

5. Не использовать приборы и аппараты с неисправными клеммами, проводами с поврежденной изоляцией, неисправными реостатами, тумблерами и др.

6. Не включать собранную цепь до проверки и разрешения преподавателем.

7. Убедиться в том, что все регулирующие аппараты и приборы (реостаты, потенциометры и др.) находятся в соответствующем исходном состоянии перед включением напряжения.

8. Предупредить всех участников работы перед тем, как подать напряжение на лабораторную установку.

9. Не переключать обучающимся самостоятельно на главном распределительном щите лаборатории.

10. Отключить схему от сети, если во время работы возникает какое-либо повреждение или неисправность, появляется дым, специфический запах или накаляются провода и доложить преподавателю.

1.3 Проведение эксперимента

Для выполнения лабораторных работ группа разбивается на (бригады) по 3 – 4 человека. Руководство выполнением лабораторных работ возлагается на преподавателя. Занятия в лаборатории при выполнении экспериментов как правило должны проводить два преподавателя (1 на группу 12-15 чел). Перед выполнением лабораторной работы каждый обучающийся должен осмотреть лабораторное оборудование и приборы, ознакомиться с порядком сборки схемы, убедиться в наличии всех необходимых соединительных проводов

Получив разрешение преподавателя на проведение лабораторного исследования, следует немедленно приступить к сборке электрических цепей на рабочем месте.

Во избежание возможного возникновения больших токов в собранной цепи элементы регулирования потенциометров необходимо устанавливать в положение, соответствующее минимуму напряжения на выходе.

Собранную цепь следует обязательно показать для проверки преподавателю. Только с его разрешения можно включить источник питания и произвести предварительное опробование работы цепи, чтобы убедиться в возможности проведения опыта при заданных пределах измерения величин. Нельзя приступать к измерениям, не будучи совершенно уверенным, что цепь собрана правильно.

При снятии характеристик недопустимо превышать номинальные значения токов и напряжений испытываемого электротехнического устройства, если нет особых указаний в руководстве по лабораторному эксперименту.

После предварительного опробования цепи, проверки или оценки диапазона изменения переменного параметра необходимо наметить последовательность отдельных манипуляций и отсчетов, а затем приступить к наблюдениям.

Отсчеты рекомендуется проводить по возможности одновременно по всем приборам. Следует избегать перерыва начатой серии наблюдений и во всех случаях, когда возникает сомнение в правильности полученных наблюдений, их необходимо повторить несколько раз.

Результаты всех первичных наблюдений и отсчетов записывают в таблицу протокола испытаний. Запись отсчетов должна вестись в точном соответствии с показаниями измерительных приборов. Протоколы наблюдений являются единственным документальным следом, остающимся от измерений, поэтому от точной и своевременной фиксации в таблицах результатов отсчета в значительной степени зависит успех экспериментальной работы.

При переходе от одного этапа исследования к другому необходимо каждый раз обращаться к преподавателю за проверкой правильности полученных результатов, которые представляют в виде таблиц или графиков.

К следующему этапу работы разрешается приступать только после проверки и визирования протокола преподавателем.

1.4 Обработка результатов и оформление отчета

Каждый обучающийся самостоятельно должен обрабатывать данные опытов и подготовить отчет по каждой проделанной работе.

Отчет должен содержать, паспортные данные объекта исследования, схемы соединения элементов объекта исследования с включенными измерительными приборами, таблицы с записью результатов эксперимента, графики зависимостей и векторные диаграммы.

После проведения эксперимента должны быть сделаны основные выводы, полученные в результате исследования.

Каждая схема должна быть сопровождена соответствующей таблицей записей результатов измерений и графиком, иллюстрирующим изучаемые зависимости. В таблице обязательно следует указывать, в каких единицах измерены исследуемые величины. Все таблицы необходимо снабдить заголовками, характеризующими проводимый опыт.

На основании результатов измерений проводится их окончательная обработка. Измеренные и вычисленные величины заносятся в соответствующие колонки одной и той же таблицы.

Вычерчивание схем и таблиц рекомендуется производить карандашом обязательно с помощью линейки.

Особое внимание надо уделить графикам зависимостей между величинами, так как они являются наглядным результатом работы, графическим ответом на вопросы, поставленные в лабораторной работе.

При построении графиков по осям приводят стандартные буквенные обозначения величин и единиц их измерения, указывают деления с одинаковыми интервалами, соответствующие откладываемым величинам в принятых единицах измерения или в десятичных кратных либо дольных единицах.

Числовые отметки у масштабных делений принято выбирать так, чтобы они составляли $10^{\pm n}$, $2 \cdot 10^{\pm n}$ или $5 \cdot 10^{\pm n}$ от тех единиц, в которых выражены величины, откладываемые по осям. Например, 10 мА; 0,02 Ом; 500 Вт.

При построении графиков вдоль оси абсцисс в выбранном масштабе откладывают независимую переменную. Условное буквенное обозначение этой величины рекомендуется ставить под осью, а наименование единиц измерения либо их десятичных кратных или дольных единиц - после обозначения величины. Вдоль оси ординат масштабные цифры ставят слева от оси, наименование или условное обозначение откладываемых величин - также слева от оси и под этим обозначением указывают единицу измерения. Если в одних координатных осях строят несколько графиков функций одной независимой переменной, то следует провести дополнительные шкалы параллельно основным, каждую со своим масштабом. Если величины по осям абсцисс и ординат отложены в определенном масштабе с числовыми отметками, то не следует ставить стрелок, указывающих направление роста численных значений величин. Наименование единиц измерения дается без скобок. При вычерчивании графиков надо учитывать, что всякое измерение имеет случайные погрешности (истинное значение измеряемой величины остается неизвестным, а вместо него принимают некоторое её значение, признаваемое за наиболее приближающееся к истинному). Поэтому не следует проводить кривые через все экспериментальные точки. На графике необходимо проводить плавные непрерывные кривые, которые проходят среди экспериментальных точек. Отступление некоторых точек от плавной кривой называют «разбросом точек». Величина разброса при наблюдении закономерных явлений определяет тщательность проведения эксперимента.

При наличии нескольких кривых на одном графике точки, соответствующие опытным данным и относящиеся к различным кривым, должны быть помечены условными значками (крестиками, кружками и т. п.).

Каждый график обязательно должен быть снабжен таким лаконичным текстом, поясняющим, какую зависимость характеризует построенный график.

Отчет в целом должен быть составлен таким образом, чтобы для понимания содержания и результатов проведенной работы не требовалось

дополнительных устных пояснений. Составление подобных отчетов - первый шаг к оформлению технических отчетов по экспериментальным исследованиям, которые предстоит проводить будущему инженеру.

1.5 Сдача и защита отчета по выполненной лабораторной работе

Сдача и защита отчета по лабораторной работе служит формой проверки выполнения обучающимися лабораторных занятий, усвоения учебного материала и приобретения практических навыков проведения экспериментов по дисциплине «Пожарная безопасность электроустановок».

Сдача и защита отчета по выполненной лабораторной работе принимаются преподавателем по мере ее выполнения в форме устного или письменного опроса, как правило, в объеме перечня контрольных вопросов, относящихся к данной лабораторной работе. Сдачу и защиту отчета по лабораторной работе принимает преподаватель, который вел данную лабораторную работу или лектор по данной дисциплине. Независимо от установленной преподавателем формы отчетности по лабораторной работе, отчет должен быть предоставлен преподавателю в письменной форме. К сдаче и защите лабораторной работы допускаются студенты, успешно выполнившие практическую часть и сдавшие отчет по работе в установленной форме. Принимая отчет по лабораторной работе, преподаватель должен проверить знание практической (экспериментальной) части и теоретической базы обучающимся, задав соответствующие вопросы. Если обучающийся выполнил всю работу на практике, но не смог ответить на теоретические вопросы, он считается не защитившим отчет по данной лабораторной работе и должен прийти на пересдачу и вновь отчитаться по данной работе.

Для сдачи отчета по лабораторной работе выделяется определенный срок, который на вводном (первом) занятии доводится до обучающихся. Преподаватель может назначить срок в соответствии с учебным планом дисциплины. Несоблюдение сроков обучающимися приводит к неоправданному росту нагрузки, как на обучающихся, так и на преподавателя, поэтому является серьезным нарушением с точки зрения успеваемости. Каждый случай нарушения сроков по вине обучающихся может существенно влиять на итоговую оценку по дисциплине на промежуточной аттестации. Отработка и защита лабораторных работ, пропущенных по неважительной причине, осуществляется по индивидуальному графику, согласованному с преподавателем и утвержденному начальником кафедры.

2 МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К ПРОВЕДЕНИЮ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ

Лабораторная работа № 1 Исследование параметров электромагнитного реле переменного тока

1. Цель работы

Изучение устройства и исследование принципа и параметров работы электромагнитного реле переменного тока.

2. В работе используется

Блок «Питание» (БП), блок «Автотрансформатор» (БА), блок «Командоаппараты и датчики» (БКД), блок «Измерительный» (БИ), блок «Секундомер и светосигнальная арматура» (БССА) лабораторного стенда «Электрические аппараты» (Приложение 1).

3. Пояснения к работе

Реле называется устройство, в котором при определенном значении входного сигнала выходной сигнал скачкообразно принимает конечное число значений.

На рис. 1.1 изображена схема реле переменного тока с короткозамкнутым витком (контакты реле и выводы обмотки на схеме не показаны). Конец сердечника, обращенный к якорю, расщеплен на две части, на одну из которых надета короткозамкнутая обмотка — экран Э (один или несколько витков).

Принцип работы реле заключается в следующем. Переменный магнитный поток $\Phi_{\text{осн}}$ основной обмотки $w_{\text{осн}}$, проходя через разрезанную часть сердечника, делится на две части. Сердечник (магнитопровод) выполняют из отдельных листов для уменьшения потерь. Часть потока Φ_2 проходит через экранированную половину полюса сечением $S_{\delta 2}$, в которой размещается короткозамкнутая обмотка (экран), а другая часть потока Φ_1 проходит через неэкранированную половину полюса сечением $S_{\delta 1}$. Поток Φ_2 наводит в короткозамкнутом витке ЭДС $e_{\text{кз}}$, которая создает ток $I_{\text{кз}}$. При этом возникает еще один магнитный поток $\Phi_{\text{кз}}$, который воздействует на магнитный поток Φ_2 и вызывает его отставание относительно потока Φ_1 по фазе на угол $\varphi = 60 \dots 80^\circ$. Благодаря этому результирующее тяговое усилие F , никогда не доходит до нуля, так как потоки проходят через нуль в разные моменты времени.

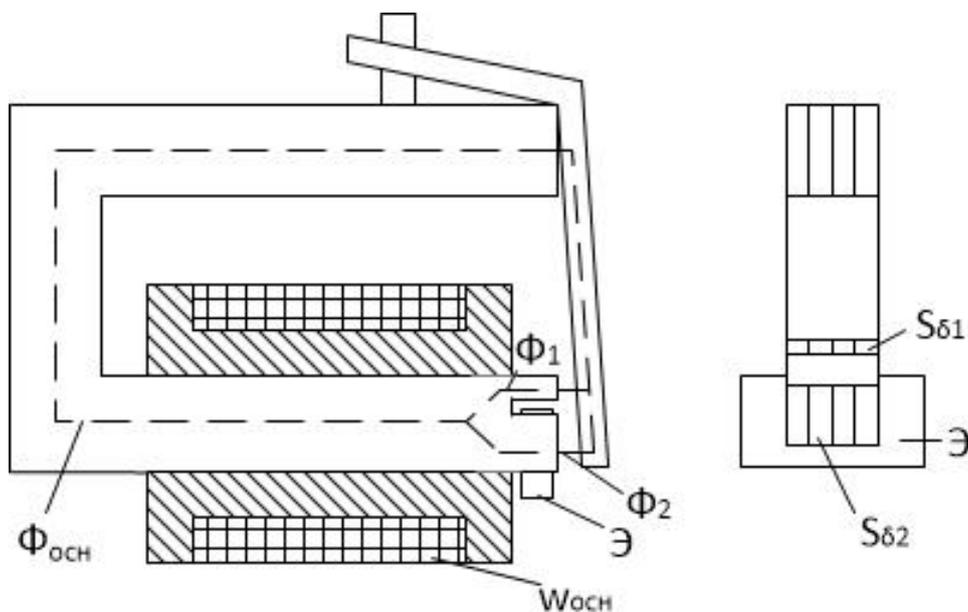


Рис. 1.1. Конструкция электромагнитного реле переменного тока с внешним притягивающимся якорем

Возврат якоря в исходное положение после обесточивания обмоток осуществляется при помощи пружины.

Процессы в реле переменного тока складываются из нескольких этапов и представляют собой совокупность электромагнитного переходного процесса составления тока и магнитного потока с механическим переходным процессом движения якоря.

Основными характеристиками и параметрами реле являются:

1) параметры срабатывания – значение входной величины, при достижении которой выходная величина изменяется скачком до максимального значения (якорь притягивается);

2) параметр отпускания – значение входной величины, при достижении которой в процессе последующего изменения параметра происходит скачок выходной величины от максимального до нуля (якорь отпадает);

3) коэффициент возврата – определяет ширину петли релейной характеристики;

4) коэффициент запаса при срабатывании – отношение рабочего параметра к параметру срабатывания;

5) коэффициент запаса при отпускании – отношение параметра отпускания к рабочему параметру;

6) время срабатывания – промежуток времени от подачи на вход сигнала до начала воздействия на управляемую цепь. По времени срабатывания различают нормальные ($t_{cp} = 50 - 150$ мс), быстродействующие ($t_{cp} < 50$ мс), замедленные ($t_{cp} = 0,15 - 1$ с) реле и реле времени ($t_{cp} > 1$ с);

7) время отпускания - промежуток времени от подачи на вход сигнала до начала воздействия на управляемую цепь.

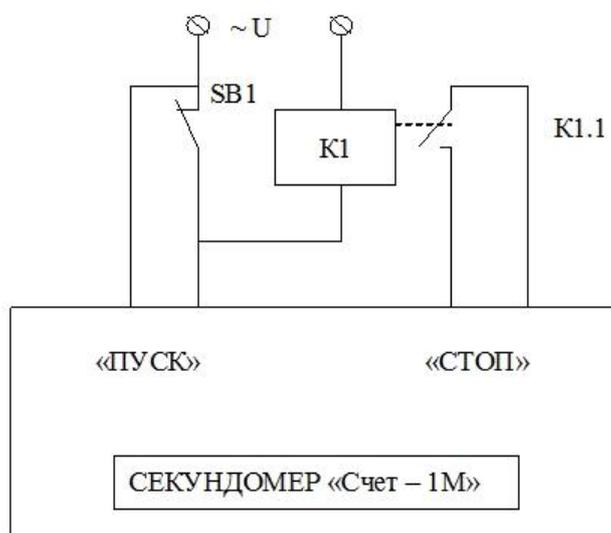
4. Порядок выполнения работы

4.1. Перед тем как приступить к работе, ознакомьтесь с внешним видом лабораторного стенда и его функциональными блоками (Приложение 1).

4.2. Собрать схему согласно следующему описанию: соединить проводами разъемы S23 (блока «Питание» БП) с разъемом E1 (блок «Автотрансформатор» БА) и разъемы S26 с E2.

4.3. Соединить для контроля этого напряжения разъемы БА с разъемами вольтметра БИ (блок измерительный) по схеме: S3 – S7; S6 – S8.

4.3. Продолжите сбор цепи по предложенной схеме, представленной на рисунке ниже (рис. 1.2). В схеме на рис. 1.2 при размыкании переключателя SB1 происходит отпускание реле K1. Переменное напряжение прикладывается к входу «ПУСК» секундомера и начинается отсчет времени. После размыкания контактов K1.1 счет прекращается.



$K1$ – испытуемое реле переменного тока; $K1.1$. – нормально разомкнутые контакты реле; $SB1$ – выключатель, коммутирующий, переменное напряжение на обмотку реле

Рис. 1.2. Схема подключения секундомера

4.4. По предложенному варианту сборки схемы, подключите секундомер (Блок секундомер). Соедините кабели со штекерами к гнездам «ПУСК» и «СТОП» секундомера. При пуске (остановке) секундомера при помощи коммутации электрических контактов или потенциалом от 4,5 до 40 В подключите к гнезду «ПУСК» («СТОП») кабель с надписью «4,5...40 В» (40 - 250 В кабель с надписью «40...250 В»).

4.5. Подключите ответные части кабелей к цепям управления секундомером:

«ПУСК» соединить с фазой S2 рис.1.2, второй провод со входом катушки электромагнитного реле переменного тока S29 рис. 1.2.

«СТОП» с нормально разомкнутыми разъемами S31, второй провод к S33.

4.6. Далее по схеме сбора цепи: второй разъем S29 с кнопкой пуска БКД нормально замкнутый контакт E12 (БКД), E11 – S1, завершаем сборку цепи соединив S30 - S5.

4.7.С помощью переключателей, расположенных на панели секундомера установите необходимый режим работы, согласно одному из вариантов предложенных схем. Примеры установки переключателей приведены в табл. П.1 Приложения 1.

В данном случае все кнопки находятся в нажатом состоянии.

4.8. Рассмотрим первый режим работы секундомера, подходящий для предложенного варианта сборки цепи. Перед включением лабораторного оборудования в сеть убедитесь в том, что схема собрана правильно, согласно описанию выше, нет свободно свисающих концов проводов во избежание поражения электрическим током.

4.9. Включите последовательно устройства защитного отключения УЗО и АВ, расположенные на передней панели блока питания. Сигналом того, что лабораторный стенд включен в сеть, служит лампа, расположенная на том же съемном монтажном блоке. Переведите ручку переключателя ПК1 на блоке «Измерительный» в положение вкл. загорится информационная панель измерительных приборов

4.10. Выставьте ручкой регулировки, расположенной на панели блока «Автотрансформатор» выставите 24 V как указано на рис. П1.6., контролируйте значение напряжения на измерительном блоке с помощью вольтметра.

4.11. Нажмите кнопку «СБРОС» на панели секундомера. Теперь секундомер готов к измерению длительности интервала времени в соответствии с режимом работы, установленном согласно пункту 4.8.

4.12. Нажмите и удерживайте кнопку пуска (самая левая на панели), согласно схеме, до появления на экране дисплея секундомера интервала времени между коммутациями (замыканиями или размыканиями) контактов по цепям «ПУСК» и «СТОП», или временем срабатывания или отпускания реле, в случае второго режима работы секундомера. Фиксируем значения времени в тетради записи лабораторных работ.

Примечание: при пуске (остановке) секундомера переменным напряжением возможна инструментальная погрешность измерений до величины равной одному периоду измеряемого напряжения, обусловленная медленным нарастанием входного напряжения и однополупериодным выпрямлением сигнала на входе секундомера.

4.13. После проведения очередного измерения для готовности секундомера к следующему измерению через 5-10 с нажмите кнопку «СБРОС».

Если при нажатии и удерживании кнопки пуска на экране секундомера значение времени так и не появилось (время срабатывания реле оказалось меньше установленных технических норм секундомера), через 5-10 с повторите «СБРОС» и нажатие кнопки блока «Командоаппараты и приборы».

4.14. По завершении лабораторной работы выключите прибор из сети: переведите УЗО и АВ в положение выкл. (погаснет сигнальная лампа БП), отключите измерительное оборудование на БИ переключателем ПК1.

Освободите разъемы от проводов, разобрав изучаемую схему. Подготовьте рабочий стол к выполнению следующей лабораторной работы, согласно методическим указаниям.

4.15. Результаты проделанной работы занесите в тетрадь в табл. 1.1.

Таблица 1.1. Результаты срабатывания электромагнитного реле

U,			
Время срабатывания, с			

4.16. По данным в табл. 1.1 построить зависимость срабатывания электромагнитного реле от напряжения $\tau_{cp} = f(U_{np})$ (пример на рис. 1.3) и напишите вывод по работе.

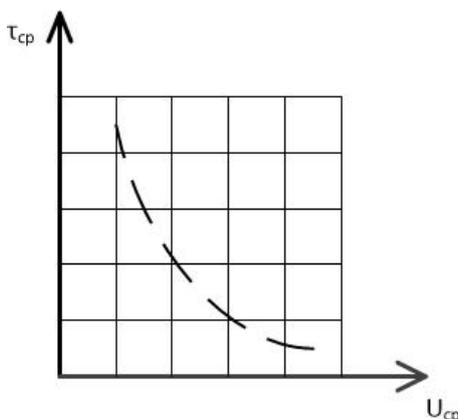


Рис. 1.3. График зависимости времени срабатывания электромагнитного реле от приложенного напряжения

5. Содержание отчета

Отчет по работе должен содержать:

- а) наименование работы и цель работы;
- б) используемое оборудование;
- в) схему эксперимента и таблицы полученных результатов;
- г) экспериментальные механические характеристики для всех опытов, построенные в одних координатных осях;
- д) выводы по проделанной работе.

6. Контрольные вопросы

1. Из каких основных элементов состоит электромагнитное реле?
2. В чем заключается принцип работы электромагнитного реле?
3. Где применяется электромагнитного реле?
4. Что является основными параметрами реле переменного тока?
5. Для чего магнитопровод реле выполняется из отдельных листов?
6. Что такое время срабатывания электромагнитного реле?
7. Что такое параметры срабатывания электромагнитного реле?

Лабораторная работа № 2 Исследование параметров автоматических выключателей

1. Цель работы

Изучение устройства и исследование принципа и параметров работы автоматических выключателей.

2. В работе используется

Блок «Питание» (БП), Блок «Автотрансформатор» (БА), блок «Измерительный» (БИ), блок «Предохранители и автоматический выключатель» (БПА) лабораторного стенда «Электрические аппараты» (Приложение 1).

3. Пояснения к работе

Автоматические выключатели с электромагнитными расцепителями применяются для защиты сети и электрического приемника от повреждений, вызываемых током короткого замыкания, действующим даже кратковременно.

Время-токовая характеристика автомата обозначается латинской буквой и имеет 5 типов время-токовых характеристик: «В», «С», «D», «К», «Z», где наиболее распространенными являются «В», «С» и «D». Характеристика срабатывания автоматического выключателя является очень важной характеристикой, которая описывает то, насколько время срабатывания автомата зависит от отношения силы тока, протекающего через автомат, к номинальному току автомата.

Время-токовая характеристика автомата определяется временем мгновенного срабатывания и для типов В, С и D она следующая:

- для В – от 3 до 5 кратности номинального тока;
- для С – от 5 до 10 кратности номинального тока;
- для D – от 10 до 20 кратности номинального тока.

Номинальный ток автомата определяет максимальное значение силы тока, при которой автоматический выключатель работает без срабатывания. В основном оно указывается для температуры окружающей среды +30 °С.

Общее обозначение маркировки автоматического выключателя складывается из типа время-токовой характеристики и номинального тока автомата, например С16, что говорит о том, что автоматический выключатель относится к типу С (мгновенное отключение автоматического выключателя произойдет при значении силы тока от 5 до 10 кратности номинального тока) и 16 А – номинальное значение силы тока автомата.

Принципиальная схема такого выключателя изображена на рис 2.1,а.

Контакт главной цепи замыкается нажатием на кнопку или поворотом рукоятки. При этом преодолевается усилие размыкающей пружины, и контакт удерживается в замкнутом положении защелкой 3. Как только ток в защищаемой цепи превысит определенную величину, сердечник 6 втянется в катушку 5 и через рычаг 4 освободит защелку 5. Под действием пружины 1

контакт 2 разомкнётся. На схеме изображен один контакт главной цепи, а практически их может быть два или три, столько же может быть и катушек 5 с сердечниками 6. Все сердечники при втягивании действуют на одну и ту же защелку 3. Увеличение тока в любом проводе (катушке) до величины, превышающей величину установки тока срабатывания, влечет за собой размыкание всех главных контактов.

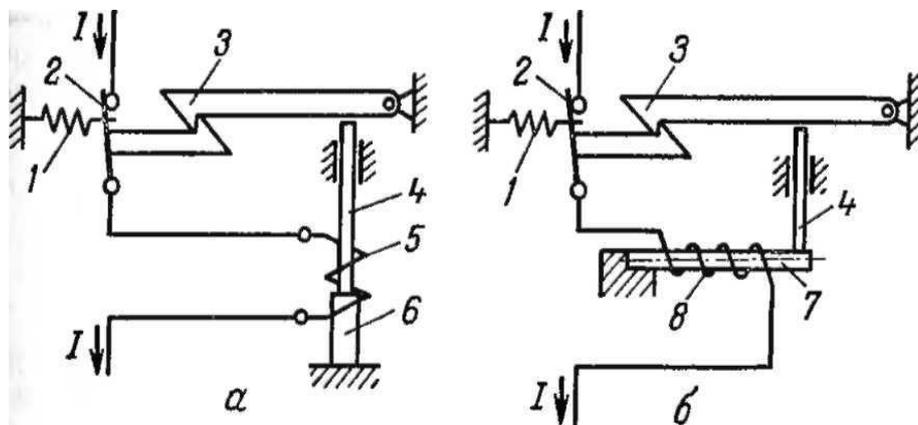


Рис. 2.1. Схема автоматического выключателя:

а - с электромагнитным расцепителем; *б* - с тепловым расцепителем

Контакт главной цепи замыкается нажатием на кнопку или поворотом рукоятки. При этом преодолевается усилие размыкающей пружины, и контакт удерживается в замкнутом положении защелкой 3. Как только ток в защищаемой цепи превысит определенную величину, сердечник 6 втянется в катушку 5 и через рычаг 4 освободит защелку 3. Под действием пружины 1 контакт 2 разомкнётся. На схеме изображен один контакт главной цепи, а практически их может быть два или три, столько же может быть и катушек 5 с сердечниками 6. Все сердечники при втягивании действуют на одну и ту же защелку 3. Увеличение тока в любом проводе (катушке) до величины, превышающей величину установки тока срабатывания, влечет за собой размыкание всех главных контактов.

Электромагнит с механизмом отключения называется электромагнитным расцепителем. Время отключения автоматических выключателей с электромагнитными расцепителями незначительное (доли секунды), поэтому они относятся к аппаратам максимальной защиты мгновенного действия.

Для всех видов электрических приемников номинальный ток расцепителя должен быть

$$I_{н.р} \geq I_{max}$$

где $I_{н.р}$ - номинальный ток расцепителя, А; I_{max} - максимальный номинальный ток цепи (электроприемника), А.

Для сетей с осветительной нагрузкой и электротепловыми аппаратами, защищаемых от повреждений при токах короткого замыкания, рекомендуется применять автоматические выключатели с токами уставки расцепителей, не превышающими 4,5-кратного значения максимально допустимого значения тока провода. Этим требованиям удовлетворяют автоматические выключатели

с тепловыми или комбинированными расцепителями, а также выключатели с электромагнитными расцепителями, ток 5 уставки которых в 3-4 раза превышает номинальный.

Поскольку пусковой ток электрических двигателей в 5–7 раз превышает номинальное значение, то выбор автоматического выключателя производится с учетом этих токов. Ток срабатывания электромагнитного расцепителя $I_{э,р}$ должен быть не менее 1,25 пускового тока двигателя

Номинальный ток расцепителя определяется по формуле:

$$I_{н,р} > \nu I_{н},$$

где ν - коэффициент, принимаемый равным 1,2...1,25 при тяжелых условиях пуска и равным 1 при легких условиях пуска.

4. Порядок выполнения работы

4.1. Собрать схему на лабораторном оборудовании согласно следующему описанию (рис. 2.2): соедините разъемы S23 (БП) с разъемом E1 (БА) далее по схеме разъемы S26 с E2.

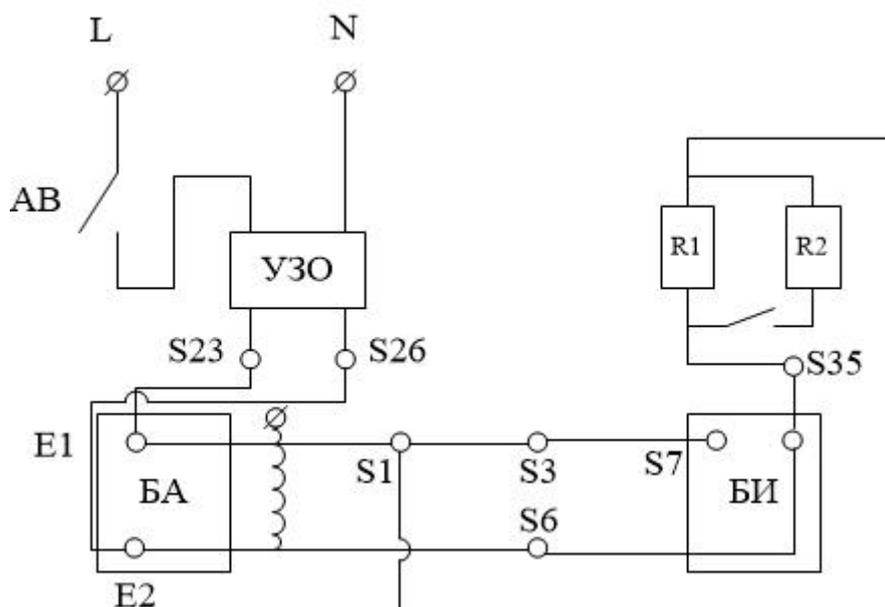


Рис. 2.2. Схема цепи для исследования параметров автоматических выключателей

4.2. Во избежание серьезных электрических травм на рабочем месте в лабораторной работе будет использовано напряжение, не превышающее 26 V, для контроля этого напряжения соедините разъемы БА рис. 1.6. с разъемами вольтметра БИ по схеме: S3 – S7; S6 – S8.

4.3. Для сбора цепи соедините разъемы: S1(БА) – S35 (БПА).

4.4. Завершите сборку схемы, соединив разъемы S34 (БПА) – S9 (или S10) (БИ).

4.5. Перед включением лабораторного оборудования в сеть убедитесь в том, что схема собрана согласно описанному выше порядку сборки, нет свободно свисающих концов проводов во избежание поражения электрическим током.

4.6. Включите последовательно устройства защитного отключения УЗО и АВ, расположенные на передней панели блока питания БП (сигналом того, что лабораторный стенд включен в сеть, служит лампа, расположенная на том же монтажном блоке). Переведите ручку переключателя ПК1 на БИ в положение «вкл» загорится информационная панель измерительных приборов.

4.7. Переведите автовыключатель АВ1, расположенный на передней панели БПА, в положение вкл (I).

4.8. Для изучения автоматического выключателя в режиме тепловой защиты ручкой регулировки автотрансформатора, расположенной на передней панели БА, плавно повышаем напряжение сети до момента равномерного гула работы автомата АВ1 через короткий промежуток времени сработает автоматический выключатель прервав работу цепи. Внимательно следите за показаниями измерительного блока БИ, последние значения амперметра и вольтметра, до момента срабатывания АВ1, занесите в тетрадь. Переведите ручку автотрансформатора в нулевое положение.

4.9. **Через 5 мин.** продолжите изучение автоматического выключателя в режиме короткого замыкания: переведите АВ1 в положение вкл., включите переключатель ПК2, расположенный на передней панели БПА.

4.10. Ручкой регулировки автотрансформатора БА плавно повышайте напряжение в сети, до момента срабатывания АВ1 следите за вольтметром и амперметром БИ, последние показания измерительных приборов запишите в тетрадь. Сравните значения напряжения и тока в двух режимах работы автоматического выключателя. Объясните, почему ток в момент срабатывания АВ1 в обоих случаях одинаковый, а напряжение разное? Выводы занесите в тетрадь.

4.11. По завершении лабораторной работы переведите УЗО и АВ в положение выкл. (погаснет сигнальная лампа БП), отключите измерительное оборудование на БИ переключателем ПК1.

4.12. Освободите разъемы от проводов, разобрав изучаемую схему. Подготовьте рабочий стол к следующей лабораторной работе.

4.13. Результаты проделанной работы занесите в тетрадь в табл. 2.1.

Таблица 2.1. Результаты замеров параметров сети при исследовании автоматических выключателей

Потребители	I, А	U, В
R1		
R1+R2		

4.14. Значения силы тока при измеренном напряжении (данные табл. 2.1) указать на графике $I = f(R)$ (рис. 2.3).

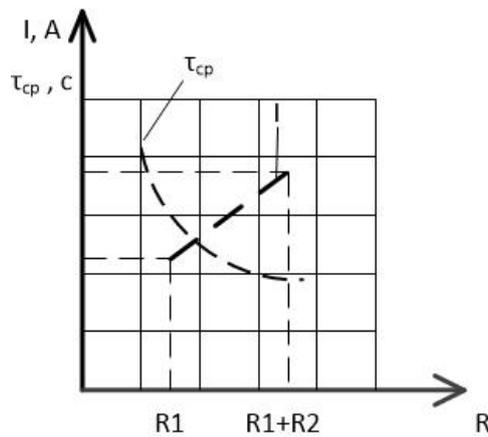


Рис. 2.3. График зависимости силы тока и времени срабатывания автоматического выключателя от количества потребителей

5. Содержание отчета

Отчет по работе должен содержать:

- а) наименование работы и цель работы;
- б) используемое оборудование;
- в) схему эксперимента и таблицы полученных результатов;
- г) экспериментальные механические характеристики для всех опытов, построенные в одних координатных осях;
- д) выводы по проделанной работе.

6. Контрольные вопросы

1. Дайте определение автоматическим выключателям.
2. Из каких основных элементов состоит автоматический выключатель?
3. В чем заключается принцип работы автоматического выключателя?
4. Где применяется автоматический выключатель?
5. Что является основными параметрами автоматического выключателя?
6. Каково назначение и устройство электромагнитного расцепителя?
7. Каково назначение и устройство теплового расцепителя?
8. Где и как устанавливаются выключатели?
9. Чем характеризуется время-токовая характеристика автоматического выключателя?
10. Что такое номинальное значение силы тока автоматического выключателя?

Лабораторная работа № 3 Исследование параметров теплового реле

1. Цель работы

Изучение устройства и исследование принципа и параметров работы теплового реле.

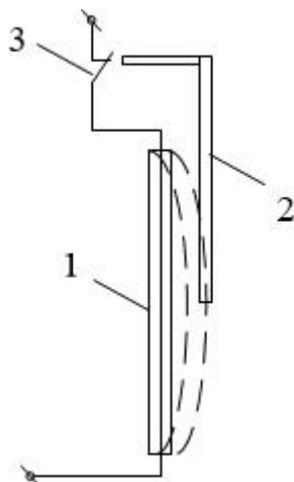
2. В работе используется

Блок «Питание» (БП), блок «Автотрансформатор» (БА), блок «Измерительный» (БИ), блок «Командоаппараты и датчики» (БКД), реле тока и тепловое реле (БРТТР), магнитный пускатель (БМП) лабораторного стенда «Электрические аппараты» (Приложение 1).

3. Пояснения к работе

Тепловые реле - это электрические аппараты, предназначенные для защиты электродвигателей от токовой перегрузки. Наиболее распространенные типы тепловых реле - ТРП, ТРН, РТЛ и РТТ.

Схема принципиальная схема теплового реле представлена на рис. 3.1.



1 – биметаллическая пластина; 2 – рычаг отключения сети; 3 – ключ

Рис. 3.1. Принципиальная схема теплового реле

Принцип действия тепловых реле

Долговечность энергетического оборудования в значительной степени зависит от перегрузок, которым оно подвергается во время работы. Для любого объекта можно найти зависимость длительности протекания тока от его величины, при которых обеспечивается надежная и длительная. Эта зависимость представлена на рис. 3.2 (кривая 1).

При номинальном токе допустимая длительность его протекания равна бесконечности. Протекание тока, большего, чем номинальный, приводит к дополнительному повышению температуры и дополнительному старению изоляции. Поэтому чем больше перегрузка, тем кратковременнее она допустима. Кривая 1 на рис. 3.2 устанавливается исходя из требуемой

продолжительности жизни оборудования. Чем короче его жизнь, тем большие перегрузки допустимы.

При идеальной защите объекта зависимость $t_{cp}(I)$ для реле должна идти немного ниже кривой для объекта. Для защиты от перегрузок, наиболее широкое распространение получили тепловые реле с биметаллической пластиной.

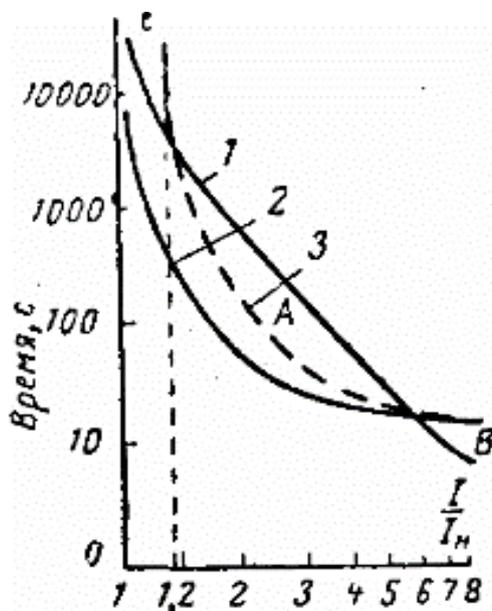


Рис. 3.2. Время-токовые характеристики теплового реле и защищаемого объекта

Биметаллическая пластина теплового реле состоит из двух пластин, одна из которых имеет больший температурный коэффициент расширения, другая — меньший. В месте прилегания друг к другу пластины жестко скреплены либо за счет проката в горячем состоянии, либо за счет сварки. Если закрепить неподвижно такую пластину и нагреть, то произойдет изгиб пластины в сторону материала с меньшим. Именно это явление используется в тепловых реле. Широкое распространение в тепловых реле получили материалы инвар (малое значение температурного расширения) и немагнитная или хромоникелевая сталь (большое значение температурного расширения).

Нагрев биметаллического элемента теплового реле может производиться за счет тепла, выделяемого в пластине током нагрузки. Очень часто нагрев биметалла производится от специального нагревателя, по которому протекает ток нагрузки. Лучшие характеристики получаются при комбинированном нагреве, когда пластина нагревается и за счет тепла, выделяемого током, проходящим через биметалл, и за счет тепла, выделяемого специальным нагревателем, также обтекаемым током нагрузки.

Прогибаясь, биметаллическая пластина своим свободным концом воздействует на контактную систему теплового реле.

Время-токовые характеристики теплового реле.

Основной характеристикой теплового реле является зависимость времени срабатывания от тока нагрузки (времятоковая характеристика). В общем случае

до начала перегрузки через реле протекает ток I_0 , который нагревает пластину до температуры q_0 .

При проверке времятоковых характеристик тепловых реле следует учитывать, из какого состояния (холодного или перегретого) происходит срабатывание реле. При проверке тепловых реле надо иметь в виду, что нагревательные элементы тепловых реле термически неустойчивы при токах короткого замыкания.

4. Порядок выполнения работы

4.1. Для проведения лабораторной работы по изучению теплового реле соберите схему (рис. 3.2) на стенде «Электрические аппараты» согласно следующему описанию: соедините разъемы S23 (БП) проводами, входящими в комплект поставки оборудования, с разъемом E1 (БА), далее по схеме разъемы S26 с E2.

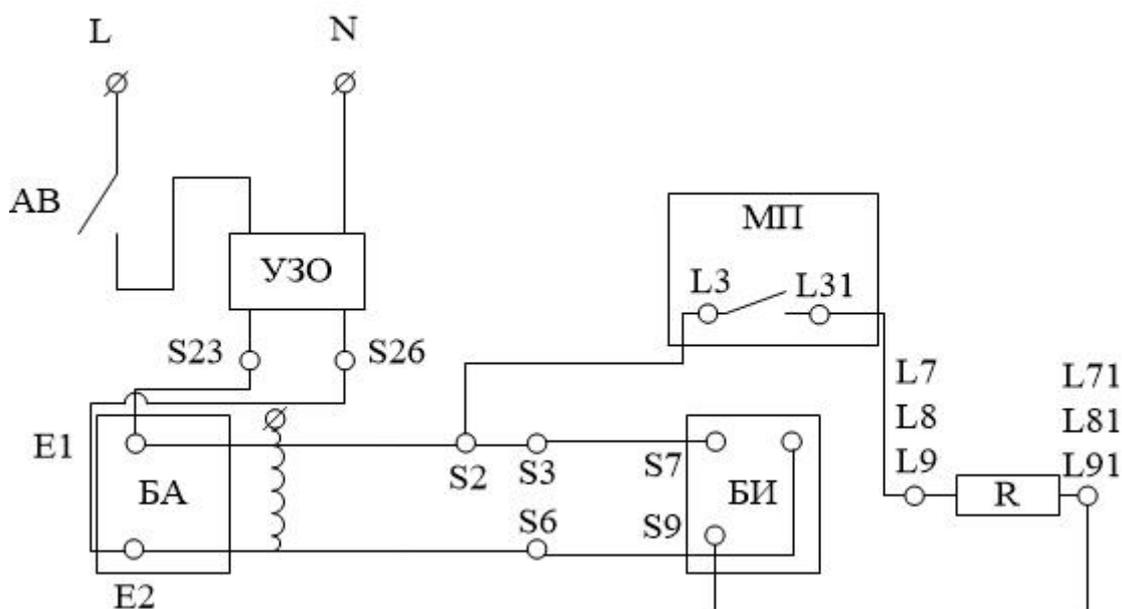


Рис. 3.2. Схема цепи для исследования параметров теплового реле

4.2. Во избежание серьезных электрических травм на рабочем месте в лабораторной работе будет использовано напряжение, не превышающее 24 V, для контроля этого напряжения соедините разъемы БА с разъемами вольтметра БИ по схеме: S3 – S7; S6 – S8.

4.3. Для сбора системы управления цепи соедините БА с нормально разомкнутыми разъемами переключателя БКД, а затем на вход БРТТР: S1 – E9; E10- S11.

4.4. Далее по схеме системы управления соедините разъемы: S12 – 951 БРТТР 961 – S4;

4.5. Для сбора схемы силовой системы соедините разъемы: S2 – L3 монтажного блока БМП через кнопку остановки работы цепи с магнитным пускателем S13 – E15 БКД; E16 – S14

4.6. Лабораторная работа по изучению теплового реле предполагает три варианта сборки схемы с сопротивлениями различных номиналов:

- 1) L31 – L7, L71 – S9 или S10;
- 2) L31 – L8, L81 – S9 (S10);
- 3) L31 – L9, L91 – S9 (S10).

4.7. Рассмотрим один из вариантов режима работы теплового реле: выставим значение тока в крайнее положение 0,4 А.

4.9. Выставьте рукоятку БА на значение 24 V. Убедитесь в том, что схема собрана согласно приведенному описанию и нет свободно свисающих концов проводов, во избежание получения электрических травм.

4.10. Включите последовательно устройства защитного отключения УЗО и АВ, расположенные на передней панели БП сигналом того, что лабораторный стенд включен в сеть, служит лампа, расположенная на том же монтажном блоке, переведите ручку переключателя ПК1 на БИ в положение «вкл» загорится информационный дисплей измерительных приборов.

4.11. При нажатии и удержании кнопки пуска схемы управления БКД, следите за показаниями амперметра при достижении значения силы тока, выставленном на тепловом реле 0,4 А, услышите равномерный гул, через несколько секунд сработает тепловое реле и отключит цепь. Результаты измерений занесите в тетрадь в табл. 3.1.

Таблица 3.1. Результаты замеров параметров сети при исследовании теплового реле

Потребители	I, А	$\tau_{ср}$, с
R1 (L7–L71)		
R2 (L8–L81)		
R3 (L9–L91)		

4.12. Через 5 мин. нажмите кнопку сброса на панели теплового реле и повторите самостоятельно эксперимент для следующих вариантов сборки схемы (пункт 10.6) и работы реле (выставляя значения 0,33 и 0,24 А на панели теплового реле). Ответьте на вопрос: «В каком из вариантов сборки цепи и режима реле, тепловое реле не отключит цепь и почему?»

4.13. По завершении лабораторной работы переведите УЗО и АВ в положение выкл. (погаснет сигнальная лампа БП), отключите измерительное оборудование на БИ переключателем ПК1.

4.14. Освободите разъемы от проводов, разобрав изучаемую схему. Подготовьте рабочий стол к выполнению следующей лабораторной работы.

4.15. Выводы о проделанной работе и результаты измерений занесите в тетрадь. Результаты табл. 3.1 выполните в виде графика (рис. 3.3).

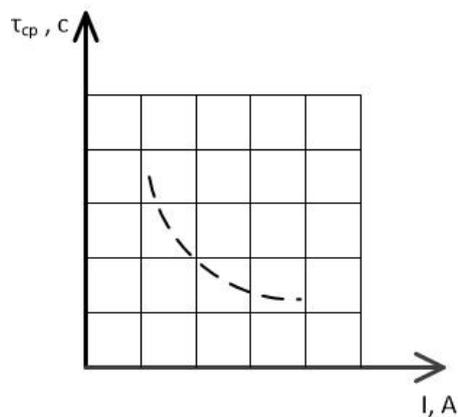


Рис. 3.3. Время-токовая характеристика теплового реле

5. Содержание отчета

Отчет по работе должен содержать:

- а) наименование работы и цель работы;
- б) используемое оборудование;
- в) схему эксперимента и таблицы полученных результатов;
- г) экспериментальные механические характеристики для всех опытов, построенные в одних координатных осях;
- д) выводы по проделанной работе.

6. Контрольные вопросы

1. Дайте определение тепловому реле.
2. Из каких основных элементов состоит тепловое реле?
3. В чем заключается принцип работы теплового реле?
4. Где применяется тепловое реле?
5. Что является основными параметрами реле автоматического выключателя?
6. Каково назначение и устройство теплового реле?
7. Что представляет из себя биметаллическая пластина?
8. Почему время срабатывания тепловых реле уменьшается при увеличении проходящего по нему тока?

Лабораторная работа № 4 Исследование параметров работы магнитного пускателя переменного тока

1. Цель работы

Изучение устройства и исследование принципа и параметров работы магнитного пускателя переменного тока.

2. В работе используется

Блок «Питание» (БП), блок «Автотрансформатор» (БА), блок «Измерительный» (БИ), блок «Командоаппараты и датчики» (БКД), блок «Секундомер и светосигнальная арматура» (БССА) лабораторного стенда «Электрические аппараты» (Приложение 1).

3. Пояснения к работе

Магнитный пускатель – это электрический аппарат переменного тока, предназначенный для дистанционного пуска, защиты и остановки электроустановок. Он, как правило, состоит из конструктивно-объединенных электротеплового реле и контактора. Тем не менее, в промышленности он выпускается и без теплового реле.

Магнитные пускатели нередко широко применяются в управлении асинхронными трехфазными электродвигателями с короткозамкнутым ротором. Нереверсивные имеют названия магнитные пускатели, позволяющие включать двигатель только лишь в одном направлении вращения.

Также имеются реверсивные магнитные пускатели, при помощи которых вполне возможно изменять направление вращения электродвигателя. Их конструкция состоит из двух нереверсивных объединенных пускателей.

Нереверсивный магнитный пускатель действует так: для начала включают рубильник, потом нажимают на кнопку «запуск», то есть замыкают управляющую цепь. В этот момент по обмотке контактора проходит ток, от чего замыкаются основные, главные контакты, присоединяя электродвигатель к сети. На момент отпускания кнопки управляющая цепь остается замкнутой оттого, что блок-контакты одновременно ранее замкнулись с главными контактами. Для того чтобы остановить двигатель, нажимают на кнопку «стоп», от этого управляющая цепь размыкается, а вместе с ней и главные контакты, и блок-контакты.

Контакты электротеплового реле замкнуты в рабочем состоянии. Как только ток в сети превысит номинальное значение, то существеннее нагреется нагревательный элемент и с этим электротепловое реле разомкнет контакты, то есть разомкнёт всю управляющую цепь. На время короткого замыкания в управляющей или силовой цепи сработают предохранители.

Пускатели серии ПМЕ используют для управления асинхронными трехфазными двигателями с короткозамкнутым ротором. Пускатели серий ПА и ПАЕ преимущественно используют в управлении электродвигателей, установленных на металлообрабатывающих и других станках.

Тип пускателя определяется сочетанием цифр и букв. Цифры указывают на величину – размеры в габаритах наличие или отсутствие электротеплового реле и на возможность реверсирования особенности исполнения. А буквы указывают на серию пускателя.

Стоящая после букв первая цифра, определяет величину пускателя – чем выше цифра тем выше габаритные размеры пускателя; магнитные пускатели серии ПМЕ располагают величиной 0, 1 или 2, а серии ПА – 3, 4, 5 или 6; вторая цифра указывает открытое (1) или защищенное (2) исполнение; по третьей цифре одновременно определяется реверсивный (3 или 4) или нереверсивный (1 или 2) пускатель, а так же имеет ли он электротепловое реле (2 или 4) или нет (1 или 3).

Например: ПА-314 – это магнитный пускатель третьей величины, открытого исполнения, он реверсивный и имеет электротепловое реле; ПА-621 – магнитный пускатель шестой величины, защищенного исполнения, нереверсивный и без электротеплового реле.

При выборе магнитного пускателя нужно учитывать нижеизложенные данные:

- номинальная сила тока;
- номинальное напряжение;
- условия эксплуатации – требуется или не требуется защищенное исполнение;
- есть ли необходимость в реверсировании;
- требуется ли наличие электротеплового реле.

На рис. 4.1 приведен магнитный пускатель типа ПМА-3000



Рис. 4.1. Магнитный пускатель типа ПМА-3000

Электромагнитные пускатели типа ПМА-3000 предназначены для применения в стационарных установках для дистанционного пуска непосредственным подключением к сети, остановки и реверсирования трехфазных асинхронных электродвигателей с короткозамкнутым ротором мощностью не более 18,5 кВт при напряжении до 380В переменного тока частотой 50 и 60 Гц.

На рис. 4.2 приведен магнитный пускатель серии ПМЕ.

Обозначения магнитных пускателей серии ПМЕ:

Величина пускателей в зависимости от номинального тока: 1-10А; 2 -25А.

Степень защиты: 1 - IP00; 2 - IP30; 3 - IP54.

Назначение и наличие теплового реле: 1 - нереверсивный без теплового реле; 2 - нереверсивный с тепловым реле; 3 - реверсивный без теплового реле; 4 – реверсивный с тепловым реле.



Рис. 4.2. Магнитный пускатель серии ПМЕ

4. Порядок выполнения работы

4.1. Собрать схему (рис. 4.2) по описанию: соедините разъемы S23 (БП) с разъемом E1 (БА), далее по схеме разъемы S26 с E2.

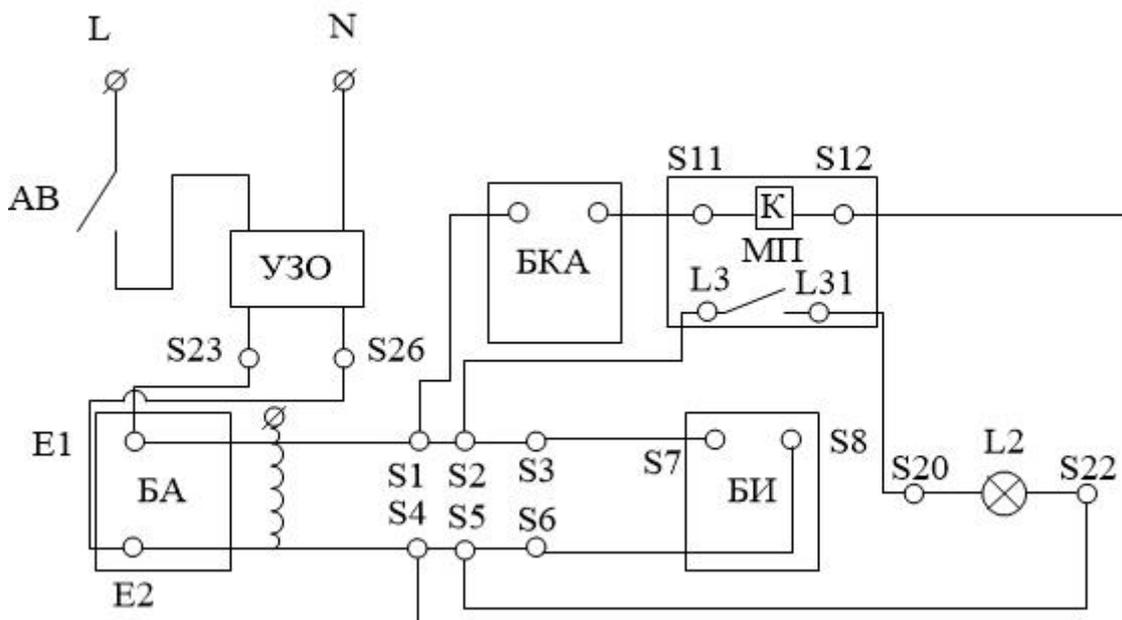


Рис. 4.2. Схема цепи для исследования параметров магнитного пускателя переменного тока

4.2. Во избежание серьезных электрических травм на рабочем месте в лабораторной работе будет использовано напряжение, не превышающее 24 V, для контроля этого напряжения соедините разъемы БА с разъемами вольтметра БИ по схеме: S3 – S7; S6 – S8.

4.3. Для сбора системы управления цепи соедините разъемы БА и БКД: S1 - E9; E10- S11.

4.4. Выход S12 монтажного блока магнитного пускателя БМП соединить с S4 БА.

4.5. Далее по схеме сборки силовой линии соедините разъемы последовательно: S13 – E15 БКД, E16 – S14 БМП, S2 – L3, L31 – S22 БССА.

4.6. Завершаем сборку цепи, соединив разъемы S20 (БССА) - S5 (БА).

4.7. Перед включением лабораторного оборудования в сеть убедитесь в том, что схема собрана согласно описанному выше порядку сборки, нет свободно свисающих концов проводов во избежание поражения электрическим током.

4.8. Включите последовательно устройства защитного отключения УЗО и АВ, расположенные на передней панели БП. Сигналом того, что лабораторный стенд включен в сеть, служит лампа, расположенная на том же съемном монтажном блоке. Переведите ручку переключателя ПК1 на БИ в положение вкл. загорится информационная панель измерительных приборов.

4.9. Лабораторная работа выполняется с напряжением не превышающем 24 V, для этого ручкой регулировки, расположенная на панели БА, выставите 24 V, контролируйте значение напряжения на измерительном блоке с помощью вольтметра.

4.10. Запустите в работу магнитный пускатель, собранный по описанной выше схеме управления, нажатием кнопки пуска КП1 БКД раздастся равномерный гул работы магнитного пускателя и сработает световая сигнализация БССА, как результат правильной сборки схемы.

4.11. Нажатие кнопки КП2 БКД остановит работу магнитного пускателя, отключив тем самым световую сигнализацию, расположенную на передней панели монтажного блока БССА.

4.12. По завершении лабораторной работы выключите прибор из сети: переведите УЗО и АВ в положение выкл. (погаснет сигнальная лампа БП), отключите измерительное оборудование на БИ переключателем ПК1. Освободите разъемы от проводов, разобрав изучаемую схему. Подготовьте рабочий стол к следующей части работы.

4.13. Результаты проделанной работы занесите в тетрадь в табл. 4.1.

Таблица 4.1. Результаты значения силы тока от напряжения

U, В	0	2,5	5	7,5	10	12,5	15	17,5	20
I, А									

4.14. По результатам табл. 4.1 построить зависимость $I = f(U)$ (рис. 4.3).

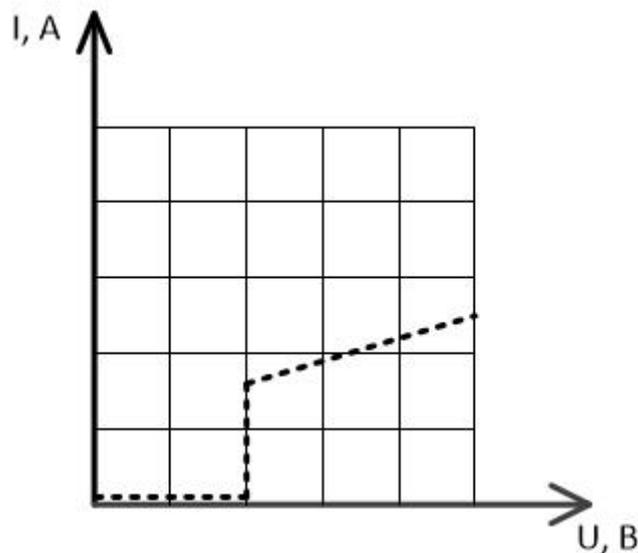


Рис. 4.3. График зависимости силы тока от приложенного к магнитному пускателю напряжения

4.15. Ответьте на контрольные вопросы.

5. Содержание отчета

Отчет по работе должен содержать:

- а) наименование работы и цель работы;
- б) используемое оборудование;
- в) схему эксперимента и таблицы полученных результатов;
- г) экспериментальные механические характеристики для всех опытов, построенные в одних координатных осях;
- д) выводы по проделанной работе.

6. Контрольные вопросы

1. Каково назначение магнитного пускателя?
2. Из каких основных элементов состоит магнитный пускатель?
3. В чем заключается принцип работы магнитного пускателя?
4. Где применяется магнитный пускатель?
5. Какую защиту осуществляет магнитный пускатель?
6. Как обеспечить надежность и эффективность тепловой защиты?

Лабораторная работа № 5 Исследование времятоковых характеристик УЗО-Д под различной нагрузкой в режиме зануления

1. Цель работы

Получить и исследовать время-токовых характеристик УЗО-Д под различной нагрузкой в режиме зануления в сетях напряжением до 1000 В.

2. В работе используется

Лабораторный стенд «Устройство защитного отключения» (Приложение 2).

3. Пояснения к работе

По данным статистики более трети всех пожаров происходит по причине возгорания электропроводки в результате нагрева проводников. При дефектах изоляции, замыканиях на землю, утечках тока на землю используется устройство защитного отключения (УЗО), которое реагируя на ток утечки, отключает электроустановку от источника питания, предотвращает тем самым недопустимый нагрев проводников, искрение, возникновение дуги и возможное последующее возгорание.

Условия безопасности человека при прямом прикосновении в системе с глухим заземлением нейтрали определяются в основном сопротивлением рабочего заземления нейтрали R_0 и практически не зависят от сопротивлений и ёмкостей фаз относительно земли.

Это объясняется тем, что сопротивление рабочего заземления нейтрали R_0 значительно меньше сопротивлений фазных и нулевого проводов относительно земли. Поэтому основная величина тока через тело человека протекает по пути «фаза – человек – земля – рабочее заземление – нейтраль источника электроэнергии», тогда как другие пути тока, как правило, малозначимые. Таким образом, ток, протекающий через тело человека, и напряжение прикосновения практически не зависят ни от сопротивления, ни от ёмкости фаз относительно земли.

Поэтому устройство защитного отключения (УЗО) - эффективное противопожарное и электрозащитное средство, реагирующее на дифференциальный ток, наряду с устройством защиты от сверхтоков, относится к дополнительному виду защиты человека от поражения при косвенном прикосновении, обеспечиваемой путем автоматического отключения питания.

УЗО по роду тока утечки (дифференциального тока) можно разделить на следующие типы:

АС – УЗО типа АС срабатывает при мгновенном возникновении переменного тока утечки в контролируемой цепи или при его плавном нарастании (наиболее распространенный вариант);

А – УЗО типа А при мгновенном возникновении переменного или постоянного (пульсирующего) тока утечки в контролируемой цепи или при их плавном нарастании (используется для некоторых электроприборов);

В – УЗО типа В реагирует на возникновение в контролируемой цепи переменного, постоянного или выпрямленного тока утечки (подходит для промышленных объектов).

Схема УЗО представлена на рис. 5.1.

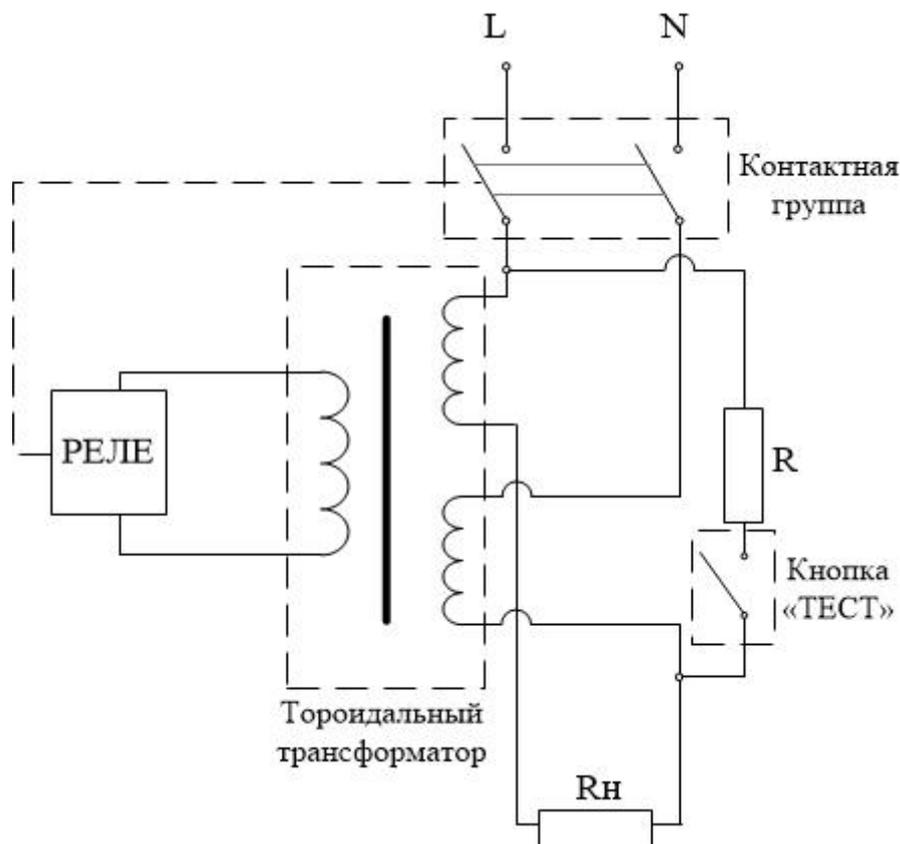


Рис. 5.1. Схема устройства защитного отключения (УЗО)

Устройство защитного отключения отслеживает утечку тока из цепи и обеспечивает автоматическое отключение всех фаз или полюсов аварийного участка электрической цепи за время, как правило, не превышающее 0,02 с (+40...-60 %) с момента возникновения утечки.

Функционально УЗО можно определить как быстродействующий защитный выключатель, реагирующий на ток небаланса в проводниках, подводящих электроэнергию к защищаемой электроустановке.

Дифференциальный автомат и УЗО - комбинация автоматического выключателя с УЗО (по типу "два в одном"). Он срабатывает в обоих случаях - как при утечке тока на землю, так и при коротких замыканиях и перегрузке. Подобно устройствам УЗО, дифференциальные автоматы выпускаются рассчитанными на разный рабочий ток и на разный ток утечки. Выгодным применением такого автомата оказывается в случае, когда на установку двух отдельных устройств в электрошкафу не хватает места. Как правило, такие

устройства в 1,5 раза дороже, чем отдельный автоматический выключатель и УЗО.

В зависимости от характеристик электроустановок, для которых предназначены УЗО, их следует классифицировать по:

- режиму нейтрали источника питания электроустановки;
- роду и частоте тока; напряжению;
- числу фаз (полюсов);
- мобильности и др.

Время отключения УЗО есть промежуток времени между моментом внезапного появления отключающего дифференциального тока и моментом гашения дуги на всех полюсах УЗО.

Предельное время неотключения (несрабатывания) для УЗО типа "S" есть максимальный промежуток времени с момента возникновения в главной цепи УЗО отключающего дифференциального тока до момента трогания размыкающих контактов.

Предельное время неотключения является выдержкой времени, позволяющей достичь селективности действия УЗО при работе в многоуровневых системах защиты.

4. Порядок выполнения работы

4.1. Осуществить подсоединения:

- Кабель питания – разъем стенда – розетка.
- Заземляющий провод – штекер стенда – металлический корпус здания система трубопроводов или отопления.

- Блок питания секундомера – в розетку, штекер в корпус прибора.

4.2. Включить ПК1 (питание амперметра).

4.3. Проверить работоспособность УЗО-Д для чего надо:

- включить УЗО-Д 30 мА
- включить УЗО-Д 100 мА
- включить автомат «Ввод»
- нажать кнопку «Т» [Тест] на каждом УЗО-Д

Срабатывание автоматов укажет на исправность УЗО-Д (в системе стенда используется безопасное напряжение 12 В, что не является той нормой, характерной для срабатывания УЗО-Д в режиме «Т». Норма 220 В).

4.4. Проводим снятие токовой нагрузки через УЗО-Д.

- Подсоединяем: S9 – амперметр; S10 – амперметр
- Переключатель нагрузки в первое положение.
- Включить УЗО-Д 30 мА.
- Включить АВ «Ввод»
- Снимаем показания тока и заносим в таблицу № 1.
- Переводим переключатель нагрузки во 2 положение, снимаем показания, затем в 3 положение.
- Выключаем УЗО-Д 30 мА

- Включить УЗО-Д 100 мА и проводим переключение в 1,2 и 3 положениях.
- Данные заносим в табл. 5.1.

Таблица 5.1. Параметры тока нагрузки (А)

Положение переключателя нагрузки	УЗО-Д 30 мА	УЗО-Д 100 мА	Примечание
1	0,52	0,52	Не питать нагрузку током более 10 с. Перерыв 20 с
2	1,02	1,03	
3	1,59	1,6	

4.5. Проводим замер тока утечки через защитный проводник.

- Подсоединяем: перемычки S9-S10; S1-амперметр; S2-амперметр
- Выключатель режима в положении «I».
- Переключатель нагрузки в 1 положении.
- Включаем одно из УЗО и АВ «ВВОД».
- Нажимаем желтую кнопку «АВАРИЯ» и снимаем ток утечки через проводник РЕ (ток равен 1.36 А).
- Проводим снятие тока при 2 и 3 положениях переключателя нагрузки (1,3 А; 1,27 А).

4.6. Проверяем время срабатывания УЗО-Д:

- Подсоединяем: перемычки S9 – S10; S1 – амперметр; S2 – амперметр.
- Выключатель режима в положение «II».
- Переключатель нагрузки в 1 положение.
- Включить УЗО-Д 30 мА.
- Включить АВ «Ввод».
- Обнулить секундомер нажав кнопку «Сброс».
- Нажать кнопку «Авария».
- Показания секундомера записать в табл. 5.2.
- Обнулить секундомер, нагрузку во 2 положение.
- Также нажать кнопку «Авария» и снять показания
- То же самое сделать при нагрузке в 3 положении.

Таблица 5.2. Показания амперметра и секундомера

Положение переключателя нагрузки	Защитный аппарат		Примечание
	УЗО-Д 30 мА	УЗО-Д 100 мА	
1	<u>ток</u> время	<u>ток</u> время	В числитель занести ток ранее снятый в пункте 3, раздел А и Б, а в знаменателе время.
2	<u>ток</u> время	<u>ток</u> время	
3	<u>ток</u> время	<u>ток</u> время	

5. Содержание отчета

Отчет по работе должен содержать:

- а) наименование работы и цель работы;
- б) используемое оборудование;
- в) схему эксперимента и таблицы полученных результатов;
- г) экспериментальные механические характеристики для всех опытов, построенные в одних координатных осях;
- д) выводы по проделанной работе.

6. Контрольные вопросы

1. Дайте определение устройству защитного отключения (УЗО).
2. В чем заключается назначение УЗО?
3. Из каких основных элементов состоит УЗО?
4. В каких случаях УЗО не срабатывает?
5. Чем УЗО принципиально отличается от предохранителя?
6. Какова область применения УЗО?
7. В чем заключается принцип работы УЗО?
8. Какие бывают виды УЗО?
9. Какой тип УЗО является наиболее распространенным? Почему?

Лабораторная работа № 6 Исследование параметров устройства защитного зануления в сетях с напряжением до 1000 В

1. Цель работы

Изучить методы и устройства защитного зануления в электрических сетях напряжением до 1000 В.

2. В работе используется

Лабораторный стенд «Защитное заземление и зануление» (Приложение 3).

3. Пояснения к работе

Защитное зануление – это преднамеренное электрическое соединение металлических нетоковедущих частей электроустановки, нормально не находящихся под напряжением, но которые могут оказаться под напряжением, с глухо заземленной нейтралью трансформатора через нулевой провод сети. Это приводит к тому, что замыкание любой из фаз на корпус электроустановки превращается в короткое замыкание этой фазы с нулевым проводом. Ток в этом случае возникает значительно больший, чем при использовании защитного заземления, и защитная аппаратура срабатывает эффективнее. Быстрое отключение - основное назначение зануления.

Различают **нулевой рабочий проводник** и **нулевой защитный проводник**.

Нулевой рабочий проводник служит для питания электроустановок и имеет одинаковую с другими проводами изоляцию и достаточное сечение для рабочего тока.

Нулевой защитный проводник служит для создания кратковременного тока короткого замыкания для срабатывания защиты и быстрого отключения поврежденной электроустановки от питающей сети. В качестве нулевого защитного провода могут быть использованы стальные трубы электропроводок, а также нулевые провода, которые не должны иметь предохранителей и выключателей. Нулевой рабочий проводник и нулевой защитный проводник обычно приходят с подстанции, где заземляется сердечник трансформатора.

При пробое изоляции (рис. 6.1) одна из фаз попадает на корпус установки, который через защитный проводник РЕ соединен с нулевым рабочим проводником N или с совмещенным рабочим и защитным проводником PEN. Возникает однофазное короткое замыкание, под действием тока которого срабатывает защита электроустановки, и поврежденная часть установки отключается от питающей сети. Чем быстрее произойдет отключение, тем эффективнее защитное отключение, тем эффективнее защитное действие зануления, так как пока корпус находится под напряжением, опасность поражения током сохраняется. С целью обеспечения требуемой безопасности для каждого уровня фазного напряжения сети нормированы

наибольшие значения времени отключения и полного сопротивления цепи «фаза – нуль».

При случайном обрыве проводника PEN в наружной питающей линии или во внутренней разводке на участке ввода до электроустановки будет иметь место вынос потенциала фазы на все зануленные металлические корпуса электроприемников, подключенных после точки обрыва по ходу энергии. Цепь выноса потенциала: фаза – рабочая обмотка электроустановки – нулевой рабочий проводник – точка соединения нулевого рабочего и защитного проводников – нулевой защитный проводник – корпус. Наиболее вероятен такой обрыв в системе TN – С.

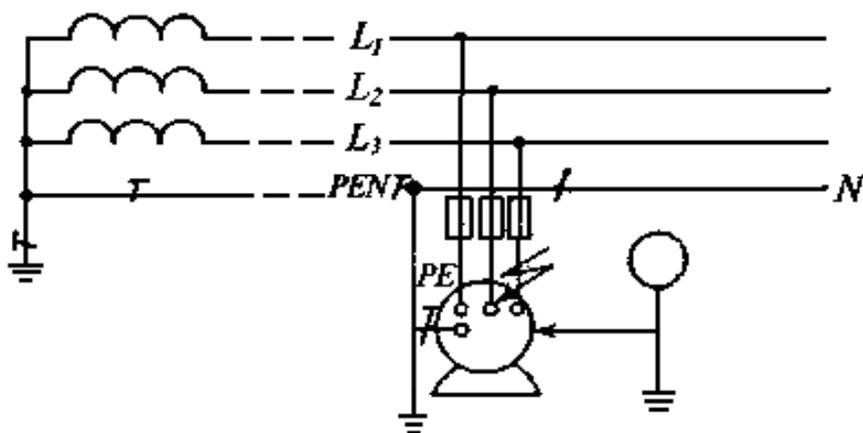


Рис. 6.1. Схема зануления: L1, L2, L3 – фазы; N – нулевой рабочий провод; PE – защитный проводник; PEN – защитный проводник, совмещенный с нулевым проводом

Для устранения этой опасности в сетях с глухозаземленной нейтралью выполняется многократное повторное заземление нулевого провода, а также применяются разновидности систем TN–С, TN–С–S и TN–S, отличающиеся между собой уровнем безопасности.

4. Порядок выполнения работы

4.1. Осуществить подсоединения:

- подключить питающий кабель к разъему на обратной стороне стенда. Вилку кабеля вставить в розетку 220 В.
- включить ПК-1 (питание амперметра и вольтметра)
- провести следующие подсоединения проводами из комплекта: S10 – S11, Z1 – Z2, Z3 – Z4

4.2. Включить тумблер «сеть». Сигнальная лампа подтвердит подачу питания. Индикаторное табло секундомера включиться с последующей установкой значения нулевого времени.

4.3. Переключатель сопротивления фазных проводов [R1, R2, R3] установить в 1 положение.

4.4. Переключатель сопротивления участков PE [R4] установить в 1 положение.

- 4.5. Включить АВ1.
- 4.6. Нажать желтую кнопку «Авария»
- 4.7. Зафиксировать время срабатывания АВ1.
- 4.8. Увеличить сопротивление РЕ, перевести переключатель [R4] во 2 положение.
- 4.9. Сбросить показания секундомера, нажав на кнопку «сброс».
- 4.10. Нажать желтую кнопку —Авария» и снять показания времени и тока, занести в табл. 6.1.
- 4.11. Перевести переключатель [R4] в 3 положение.
- 4.12. Сбросить показания секундомера, нажав на кнопку «сброс».
- 4.13 Нажать желтую кнопку - Авария» и снять показания времени и тока, занести в табл. 6.1.

Интервал повторных включений должен обеспечить полное остывание биметаллической пластины АВ и составлять около 5 минут, что существенно влияет на точность измерения.

4.14. Установить переключатель сопротивления фазных проводов [R1, R2, R3] во 2 положение и выполнить п.п. 4.5 – 4.13.

4.15. Установить переключатель сопротивления фазных проводов [R1, R2, R3] в 3 положение и выполнить п.п. 4.5 – 4.13.

Аналогичные замеры производим на второй установке (Щит №2)

4.16. Переключатель [R1, R2, R3] в 1 положение.

4.17. Переключатель [R4] в 1 положение.

4.18. Включить АВ2.

Таблица 6.1. Показания тока и времени

Положение переключателя РЕ	Положение переключателя R1, R2, R3		
	1	2	3
1	<u>значение тока</u> время отключения	<u>значение тока</u> время отключения	<u>значение тока</u> время отключения
2	<u>значение тока</u> время отключения	<u>значение тока</u> время отключения	<u>значение тока</u> время отключения
3	<u>значение тока</u> время отключения	<u>значение тока</u> время отключения	<u>значение тока</u> время отключения

4.19. Нажать кнопку —Авария»

4.20. Зафиксировать время и ток, занести в таблицу (по примеру табл. 6.1)

4.21. Обнулить показания секундомера

4.22. Переключить [R4] во 2 положение

4.23. Нажать кнопку «Авария»

4.24. Зафиксировать время и ток, занести в табл. 6.1.

4.25. Тоже сделать при [R4] в 3 положении2

Имеется возможность по желанию провести замеры при [R1, R2, R3] во 2 или в 3 положениях.

- 4.26. Выключить АВ1, АВ2, ПК1, «сеть»
- 4.27. Демонтировать соединительные провода
- 4.28. По необходимости обесточить питание, отсоединить кабель питания.

5. Содержание отчета

Отчет по работе должен содержать:

- а) наименование работы и цель работы;
- б) используемое оборудование;
- в) схему эксперимента и таблицы полученных результатов;
- г) экспериментальные механические характеристики для всех опытов, построенные в одних координатных осях;
- д) выводы по проделанной работе.

6. Контрольные вопросы

1. Для чего нужно зануление?
2. Каким образом реализуется зануление?
3. Какие параметры электрической сети определяют опасность поражения током в случае прямого контакта с токоведущими частями?
4. Принцип работы заземления?
5. Из каких основных элементов состоит автоматический выключатель?
6. В чем заключается принцип работы автоматического выключателя?
7. Каково назначение и устройство электромагнитного расцепителя?
8. Каково назначение и устройство теплового расцепителя?

Лабораторная работа № 7 Исследование параметров заземления и зануления электроустановок с помощью прибора MRU-105

1. Цель работы

Ознакомление с требованиями, предъявляемыми к защитному заземлению электроустановок, изучение методов и приборов измерения сопротивления защитного заземления.

2. В работе используется

Измеритель параметров заземляющих устройств «MRU-105».

3. Пояснения к работе

При пробое изоляции электрических машин, аппаратов и других электроустановок их элементы, нормально не находящиеся под напряжением, оказываются под напряжением, что представляет большую опасность для обслуживающего персонала и является причиной возникновения пожаров и взрывов.

Назначение защитного заземления – устранение опасности поражения током в случае прикосновения к корпусу электрооборудования, оказавшимся под напряжением вследствие замыкания на корпус и по другим причинам.

Принцип действия защитного заземления – снижение до безопасных значений напряжения прикосновения и шага, обусловленных замыканием на корпус и другими причинами. Это достигается путем уменьшения потенциала заземленного оборудования (уменьшением сопротивления заземлителя), а также путем выравнивания потенциалов основания, на котором находятся человек и заземленное электрооборудование.

Основные части защитного заземления – заземлитель, заземляющий проводник, заземляющее устройство (табл. 7.1).

Таблица 7.1. Основные части защитного заземления

1. Заземлитель	Проводник или совокупность металлических соединенных проводников, находящихся в соприкосновении с землей или ее эквивалентом
2. Естественный заземлитель	Заземлитель, в качестве которого используют электропроводящие части строительных и производственных конструкций и коммуникаций
3. Заземляющий проводник	Проводник, соединяющий заземляемые части с заземлителем
4. Заземляющее устройство	Совокупность конструктивно объединенных заземляющих проводников и заземлителя

Принцип действия защитного заземления заключается в том, что между заземляемым корпусом электрооборудования и землей создается металлическое соединение большой проводимости, вследствие чего ток, проходящий через

включенное параллельно этому соединению тело человека, становится неопасным для жизни.

Основным фактором, определяющим сопротивление заземлителя, является удельное сопротивление земли (грунта). Поэтому проектированию заземляющих устройств должно предшествовать измерение удельного сопротивления грунта на тех участках земли, где предполагается разместить заземлители.

4. Порядок выполнения работы

Изучить устройство измерителя параметров заземляющих устройств «MRU-105» (Приложение 4).

Измерение удельного сопротивления грунта (рис. 7.1)

Для измерений удельного сопротивления грунта - измерители используют сопротивления отдельных электродов системы заземлителя, для чего в геологии были разработаны специальные приборы.

В данных приборах аналогичная функция измерения задается простым выбором положения поворотного переключателя функций.

Эта функция с метрологической точки зрения идентична четырехполусной схеме измерений сопротивления заземления, но содержит дополнительную процедуру ввода в прибор взаимного расстояния между измерительными щупами и электродами заземлителя.

Результат измерения - величина удельного сопротивления грунта определяется автоматически согласно формуле $\rho = 2\pi d R_E$, которая применяется в Методике измерения Вернера.

Вышеупомянутая методика предполагает равные расстояния между электродами.

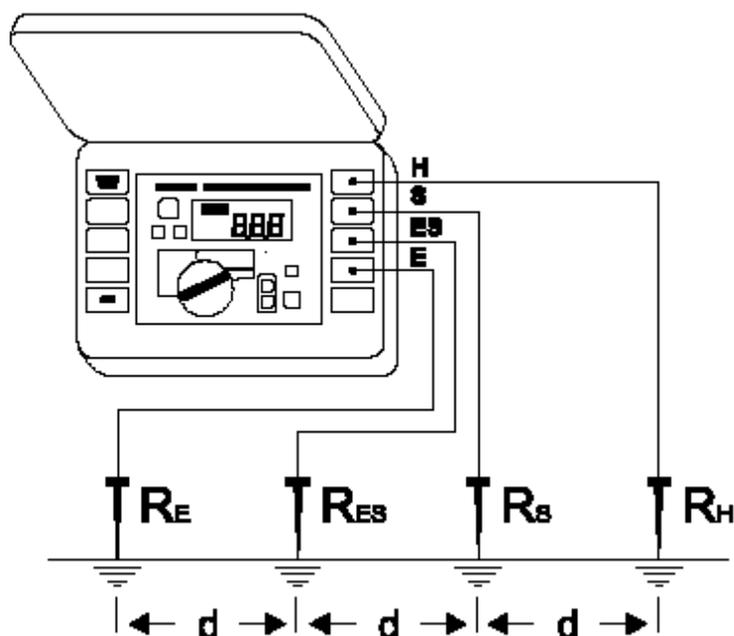


Рис. 7.1. Схема для измерения удельного сопротивления грунта

Процедура, применяемая для измерения удельного сопротивления грунта, следующая:

1. Измерительные щупы устанавливают в грунт по прямой линии через равные взаимные расстояния и соединяют с измерительными гнездами 1, 2, 3 и 4, обозначенными символами „H”, „S”, „ES” и „E”, соответственно.

2. Поворотный переключатель 7 устанавливают в положение „r”.

3. Нажимают клавишу 8 START.

4. Используя клавиши управления стрелками 11 и 12 изменяют величину расстояния между электродами, индицируемую на дисплее так, чтобы она лучше всего согласовывалась с фактическим расстоянием.

5. Нажимают клавишу 8 START.

6. Снимают показания значения сопротивления заземления RE, а также значения сопротивлений измерительных щупов RS и RH. Значения специфических параметров могут быть сняты с основного поля дисплея

19 после нажатия на клавишу 9 SEL.

Измерение суммарного сопротивления заземлителя по трёхполюсной схеме (с использованием измерительных клещей) (рис. 7.2).

Измерители серии MRU-100 могут быть использованы для измерений параметров многоэлементных заземлителей (совокупность заземляющих электродов соединена в систему устройства заземления) без необходимости их рассоединения.

Измерительные клещи используются для инструментального определения токов, текущих через отдельные электроды устройства заземления, при этом используется следующая процедура:

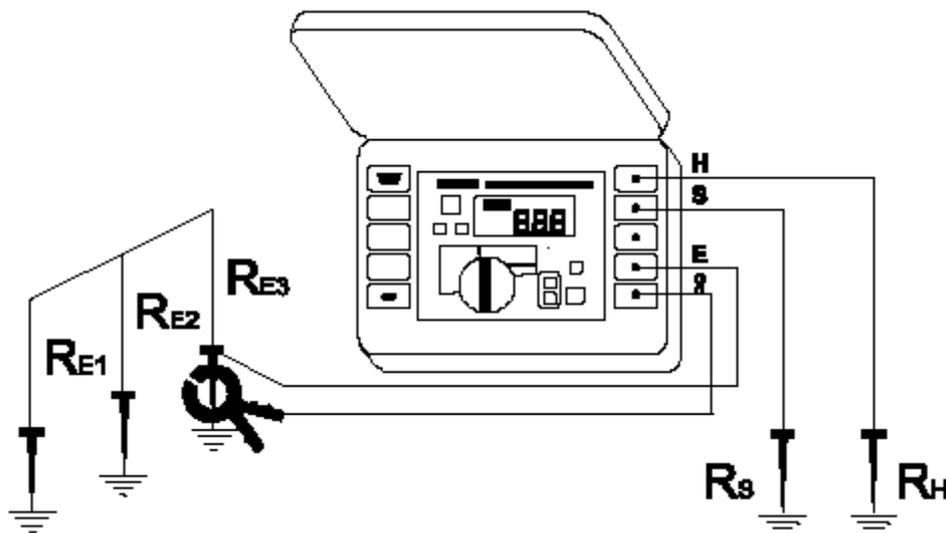


Рис. 7.2. Использование измерителя для измерения сопротивления многоэлементного устройства заземления по трёхполюсной схеме

1. Соединяют исследуемый заземлитель с измерительным гнездом 4 измерителя, обозначенным символом «E» (рис. 7.2).

2. Токовый измерительный щуп вбивают в грунт на расстоянии, превышающем 40 м. от исследуемого заземлителя, и соединяют измерительным проводом с измерительным гнездом 1 «Н».

3. Потенциальный щуп устанавливают в грунт на расстоянии 20 м. от измеряемого заземлителя, соединенного с гнездом 2 «S». Заземлитель (токовый и потенциальный), измерительные щупы должны быть выстроены в одну линию.

4. Подключить измерительные клещи через кабель к разъему 5 и охватить захватом измерительных клещей измерительный провод, подключенный к измерительному гнезду «Е».

5. Поворотный переключатель функций 7 установить в положение RE Зр.

6. Нажать клавишу 8 START.

7. Снять показания значения сопротивления заземления RE, а также значения сопротивлений измерительных щупов RS и RH. Значения специфических параметров могут быть сняты с основного поля дисплея 19 после нажатия на клавишу 9 SEL.

8. Повторить измерения (по п.п. 5 и 6) после перемещения потенциального измерительного щупа на 1 м далее к измеряемому заземлителю.

Если результаты измерений отличаются больше чем на 3 %, то значительно увеличивают расстояние токового измерительного щупа до исследуемого и повторяют измерения. Оптимальное положение потенциального измерительного щупа - 62 % от расстояния между токовым щупом и исследуемым заземлителем.

При измерениях сопротивления заземлителей, состоящих из системы электродов, соединенных с мачтой линии электропередачи, иногда возникает потребность в определении не только сопротивления отдельных элементов заземлителя, но и общего сопротивления всей его системы электродов. Измерив значения сопротивлений отдельных элементов заземлителя R_{E1} , R_{E2} , R_{E3} , R_{E4} , определяют общую величину сопротивления системы по формуле:

$$R_E = \frac{1}{\frac{1}{R_{E1}} + \frac{1}{R_{E2}} + \frac{1}{R_{E3}} + \dots + \frac{1}{R_N}}$$

Результаты проделанной работы занести в тетрадь. В отчете следует дать краткое описание содержания работы, электрической схемы установки. Перечислить все приборы, использованные при испытании, указав их технические данные, привести результаты наблюдений, измерений, проверочные расчеты, а также дать краткое заключение по выполненной работе.

5. Содержание отчета

Отчет по работе должен содержать:

- а) наименование работы и цель работы;
- б) используемое оборудование;

- в) схему эксперимента и таблицы полученных результатов;
- г) экспериментальные механические характеристики для всех опытов, построенные в одних координатных осях;
- д) выводы по проделанной работе.

6. Контрольные вопросы

1. Для чего нужно заземление?
2. Способы реализации заземления?
3. Какие параметры электрической сети определяют опасность поражения током в случае прямого контакта с токоведущими частями?
4. Нарисовать график зависимости требуемого быстродействия средств защиты от возможного напряжения прикосновения в электрической сети.
5. Какие бывают методы измерения сопротивления грунта и заземлителей? В чем они заключаются?

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Учитывая довольно высокий процент пожаров от нарушения правил пожарной безопасности при устройстве и эксплуатации электрооборудования и бытовых электроприборов необходимость знаний об аппаратах электрической сети, их принципов и параметров работы не вызывает сомнения. Рассмотренные в данном практикуме аппараты имеют широкое распространение в электрических сетях, что позволяет охватить большую часть материала по защите сетей. Закрепление полученной информации при выполнении лабораторных работ способствует ее лучшему усвоению.

Рассмотренные темы лабораторных работ помогут при дальнейшем проектировании аппаратов защиты и электротехнической экспертизе электрических сетей, как для бытового, так и промышленного назначения.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Федеральный закон от 22.07.2008 г. №123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности».
2. ГОСТ 12.1.004-91 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Пожарная безопасность. Общие требования.
3. ГОСТ Р 50571.1-2009 (МЭК 60364-1:2005) Электроустановки низковольтные. Часть 1. Основные положения, оценка общих характеристик, термины и определения.
4. ГОСТ Р 50571.2-94 (МЭК 364-3-93) Электроустановки зданий. Часть 3. Основные характеристики.
5. ГОСТ 12.1.038-82 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Электробезопасность. Предельно допустимые значения напряжений прикосновения и токов.
6. ГОСТ 12.4.155-85 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Устройства защитного отключения. Классификация. Общие технические требования
7. ГОСТ Р 50571.3-2009 (МЭК 60364-4-41:2005) Электроустановки низковольтные. Часть 4-41. Требования для обеспечения безопасности. Защита от поражения электрическим током.
8. ГОСТ IEC/TR 60755-2017 Устройства защитные, управляемые дифференциальным (остаточным) током. Общие требования
9. ГОСТ 9098-78 Выключатели автоматические низковольтные. Общие технические условия
10. ГОСТ Р 50571.5.54-2013/МЭК 60364-5-54:2011 Электроустановки низковольтные. Часть 5-54. Заземляющие устройства, защитные проводники и защитные проводники уравнивания потенциалов
11. ГОСТ 17242-86. Предохранители плавкие силовые низковольтные. Общие технические условия
12. СП 31-110-2003 Проектирование и монтаж электроустановок жилых и общественных зданий
13. Правила устройств электроустановок. – 7-е изд. – М.: Издательство НЦ ЭНАС, 2003. – 656 с.
14. Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей (ПТЭЭП). – М.: Издательство НЦ «ЭНАС», 2003.
15. Алексеев В.С., Варганов Г.П., Панфилов Б.И., Розенблюм Р.З. Реле защиты. – М.: Энергия, 1996. – 464 с.
16. Долин П.А. Основы техники безопасности в электроустановках. -М., Энергоатомиздат, 1984, с.168-179.
17. Карякин Р.Н. Нормативные основы устройства электроустановок. – М.: 1998.
18. Линт Г.Э. Серийные реле защиты, выполненные на интегральных микросхемах. М. Энергоатомиздат. 1990.
19. Лихачев В.Л. Электротехника. Справочник. Том 1./В.Л. Лихачев. – М.: СОЛОН-Пресс, 2003.

20. Лабораторная установка «Электрические аппараты», Методические указания по выполнению лабораторных работ. – Воронеж, ООО «ЭнергияЛаб», 2011 – 149 с.
21. Назарычев А.Н., Животягина С.Н., Грунцев В.А. Пожарная безопасность электроустановок / Под ред. И.А. Малого и А.Н. Назарычева: – Иваново.: Ивановский институт ГПС МЧС России, 2010. – 685 с.
22. Назарычев А.Н. Методы и средства обеспечения пожарной безопасности электрооборудования / А.Н. Назарычев и др. ФГАОУ ДПО «ПЭИПК». – СПб.: «Северная звезда», 2011. – 188 с.
23. Назарычев А.Н., Андреев Д.А., Таджибаев А.И. Справочник инженера по наладке, совершенствованию технологии и эксплуатации электрических станций и сетей. Централизованное и автономное электроснабжение объектов, цехов, промыслов, предприятий и промышленных комплексов / Под редакцией А.Н. Назарычева. – М.: «Инфра-Инженерия», 2006. – 928 с.
24. Сарычев С.С. Элементная база статических реле защиты. Учебное пособие Санкт-Петербург ПЭИПК 1998.
25. Сапронов Ю.Г. Безопасность жизнедеятельности. – М.: Академия, 2006.
26. Типовой комплект учебного оборудования «Устройство защитного отключения», Методические указания к лабораторному практикуму. – Воронеж, ООО «ЭнергияЛаб», 2011 – 45 с.
27. Типовой комплект учебного оборудования «Защитное заземление и зануление», Методические указания к лабораторному практикуму. – Воронеж, ООО «ЭнергияЛаб», 2011 – 57 с.
28. Таев И.С. Электрические аппараты управления. – М.: Высшая школа, 1996. – 247 с.
29. Титце У., Шенк К. Полупроводниковая схемотехника. М. «Мир», 1992.
30. Темкина Р.В. Измерительные органы релейной защиты на интегральных микросхемах. М. Энергоатомиздат, 1995.
31. Федосеев А.М. Релейная защита электроэнергетических систем. Релейная защита сетей. М. Энергоатомиздат. 1994.
32. Черкасов В.Н., Костарев Н.П. Пожарная безопасность электроустановок: Учебник. – М.: Академия ГПС МЧС России, 2002. – 377 с.
33. Чунихин А.А. Электрические аппараты. Общий курс.: Учебник для вузов. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Энергоатомиздат, 1988. – 720 с.
34. Шмурьев В.Я Статические реле тока и напряжения. Конспект лекции и методические указания к лабораторным работам., Санкт-Петербург ПЭИПК. 2001.
35. Электрические аппараты высокого напряжения: Учебное пособие для вузов / Г.Н. Александров, В.В. Борисов, В.Л. Иванов и др.; Под ред. Г.Н. Александрова. – Л.: Энергоатомиздат. Ленингр. отд-ние. 1989. – 344 с.
36. Электрические и электронные аппараты: Учебник для вузов/ Под ред. Ю.К. Розанова. – 2-е изд., – М.: Информэлектро, 2001. – 420 с.

ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение 1

Лабораторный стенд «Электрические аппараты»

Типовой комплект лабораторной установки «Электрические аппараты», производства компании «ЭнергияЛаб» представлен на рис. П1.1.

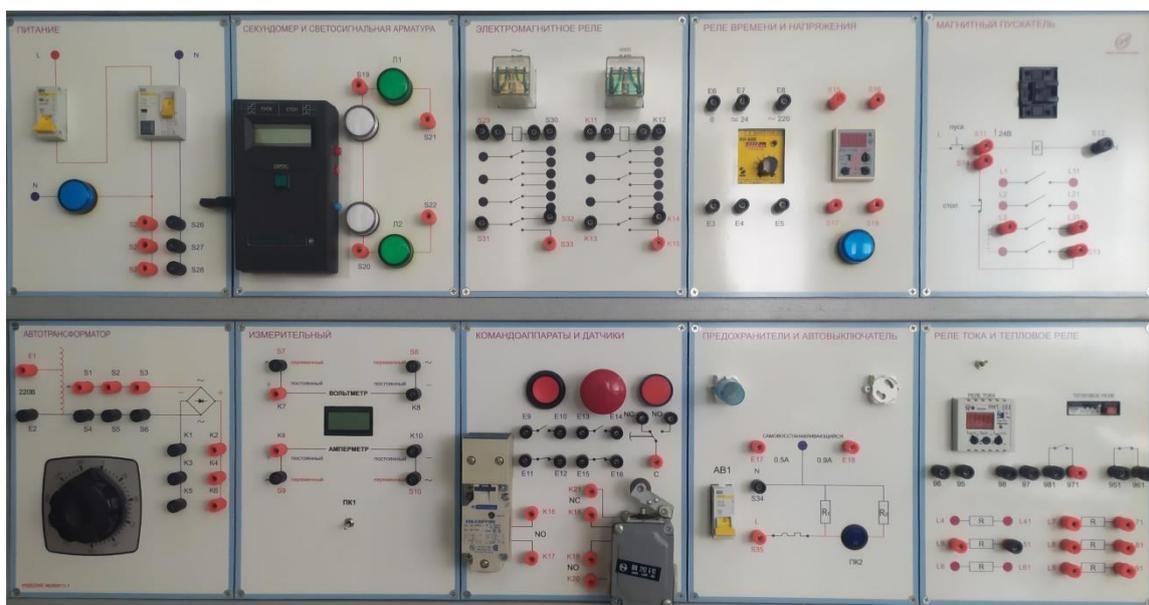


Рис.П1.1. Лабораторный стенд «Электрические аппараты» со съемными монтажными блоками

Состав лабораторного стенда «Электрические аппараты» включает следующие десять съемных монтажных блоков (рис. П1.2. – рис. П1.11):

- блок «Питания» (рис. П1.1);

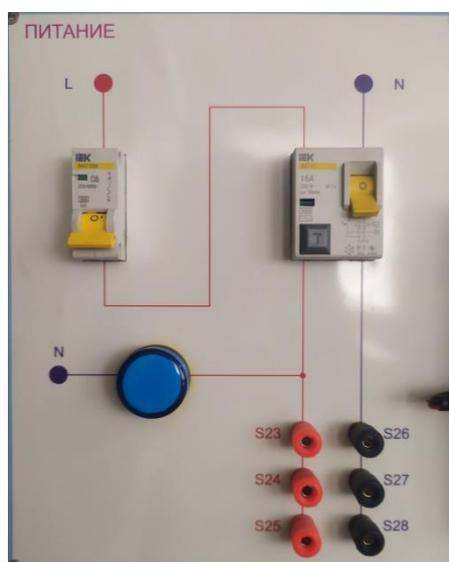


Рис. П1.2. Монтажный блок лабораторного стенда «Питание»

- блок «Секундомер и светосигнальная арматура» (рис. П.1.3);



Рис. П1.3. Монтажный блок «Секундомер и светосигнальная арматура»

- блок «Электромагнитное реле» (рис. П1.4);

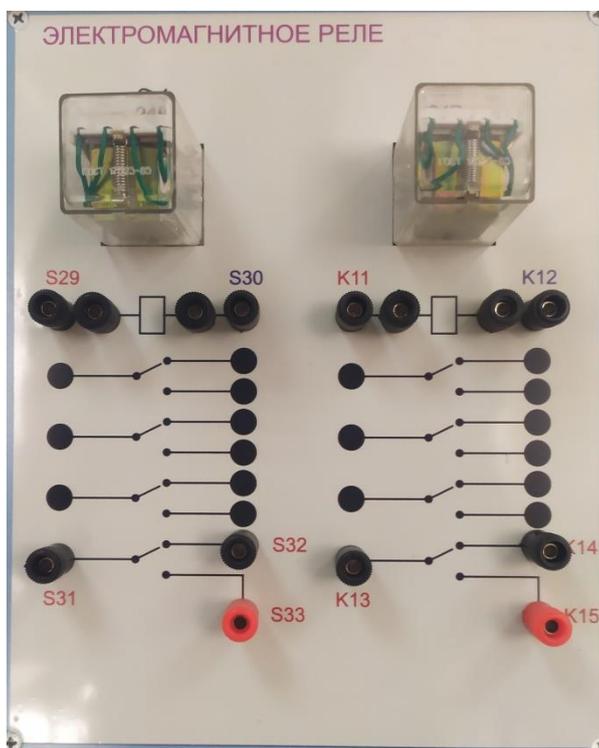


Рис. П1.4. Монтажный блок «электромагнитное реле».

- блок «Реле времени и напряжения» (рис. П1.5);



Рис. П1.5. Монтажный блок «реле времени и напряжения»

- блок «Магнитный пускатель» (рис. П1.6);

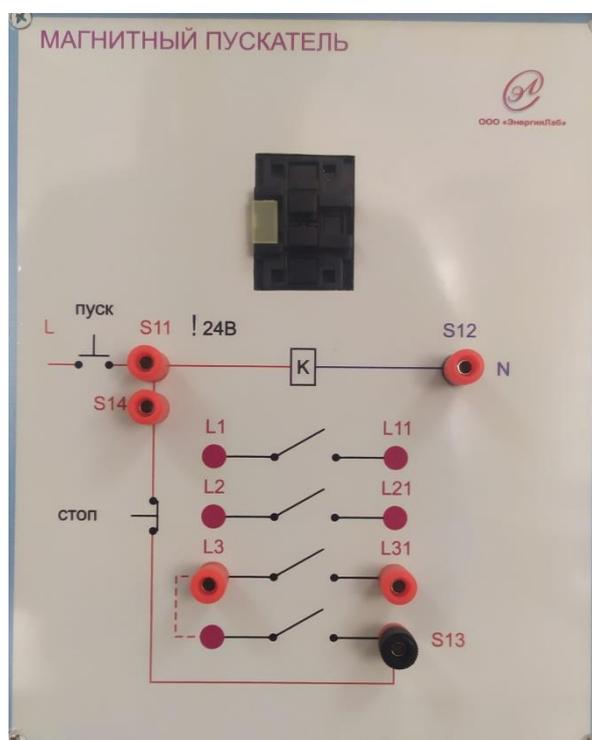


Рис. П1.6. Монтажный блок «магнитный пускатель»

- блок «Автотрансформатор» (рис. П1.7);

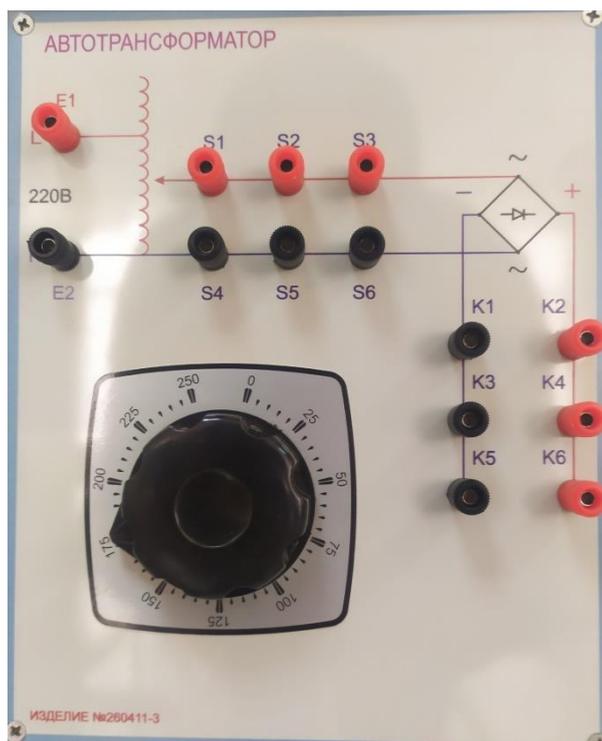


Рис. П1.7. Блок «автотрансформатор»

- блок «Измерительный» (рис. П1.8);

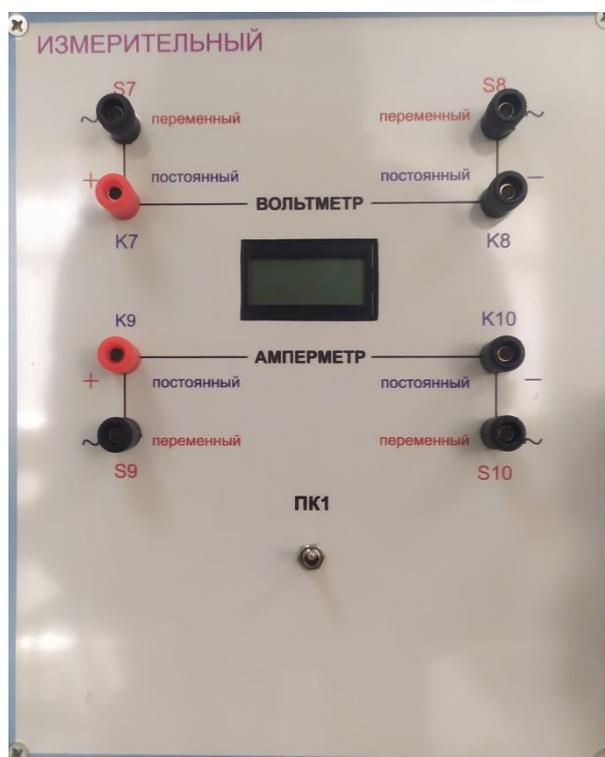


Рис. П1.8. Монтажный блок «измерительный»

- блок «Командоаппараты и датчики» (рис. П1.9);

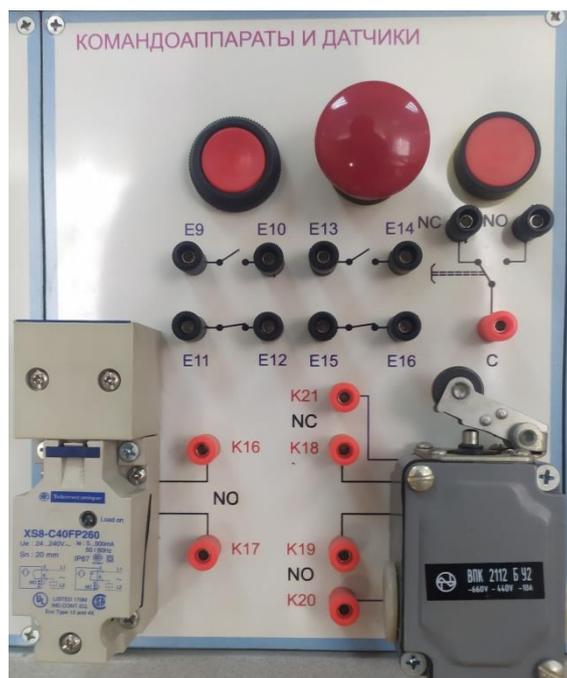


Рис. П1.9. Монтажный блок «командоаппараты и датчики»

- блок «Предохранители и автоматический выключатель» (рис. П1.10);

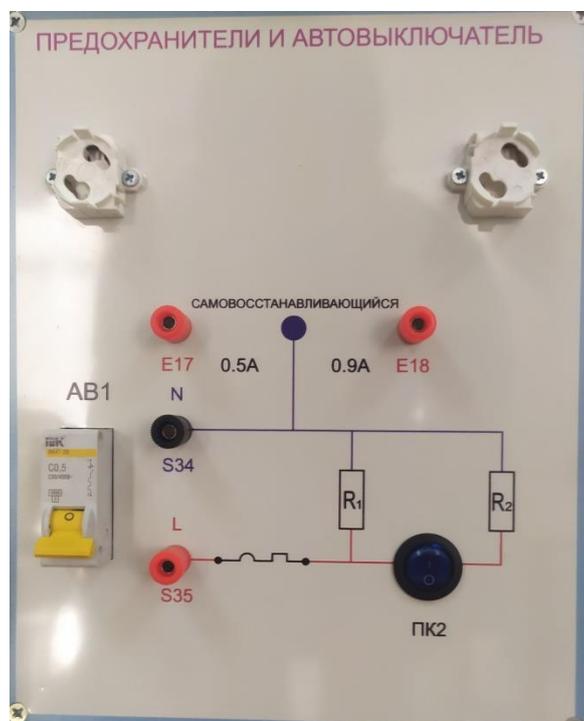


Рис. П1.10. Монтажный блок «предохранители и автовывключатель»

- блок «Реле тока и тепловое реле» (рис. П1.11);

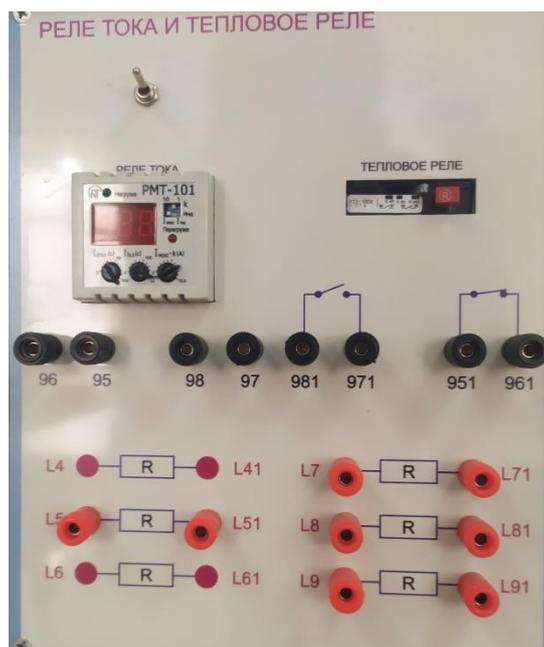


Рис. П1.11. Монтажный блок «реле тока и тепловое реле»

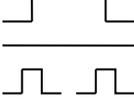
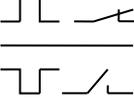
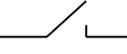
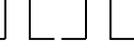
Размеры металлического каркаса лабораторного стенда 1,2×1,5 м. Напряжение электропитания 220 В, частота питающего напряжения 50 Гц, потребляемая мощность не более 80 Вт; диапазон рабочих температур: -10... +35⁰С. В комплект лабораторного стенда также входят соединительные провода и техническое описание.

Лабораторный стенд позволяет выполнить следующие лабораторные работы:

1. Изучение электромагнитного реле переменного тока.
2. Изучение магнитного пускателя переменного тока.
3. Изучение автоматических выключателей.
4. Изучение теплового реле.

При работе с лабораторным стендом для определения времени срабатывания аппаратов защиты необходимо использовать секундомер. Секундомер работает при нескольких режимах. Примеры установки переключателей приведены в табл. П1.1.

Таблица П1.1. Примеры установки переключателей при различных режимах работы секундомера

Режим работы секундомера	Обозначение переключателей			
			ПУСК	СТОП
1. Измерение интервала времени между коммутациями (замыканиями или размыканиями) контактов по цепям «ПУСК» и «СТОП».		любое		
2. Измерение интервала времени между фронтом напряжения по цепи «ПУСК» и коммутацией контактов в цепи «СТОП» (время срабатывания или отпускания реле).		любое		

Приложение 2

Типовой комплект учебного оборудования «Устройство защитного отключения»

Типовой комплект учебного оборудования «Устройство защитного отключения» позволяет исследовать принцип действия устройства защитного отключения в электрических сетях напряжением до 1000В в режиме зануления и заземления, определять время-токовые характеристики под различной нагрузкой.

Типовой комплект учебного оборудования предназначен для проведения лабораторных занятий в высших учебных заведениях при изучении курса «Пожарная безопасность электроустановок».

К типовому комплекту учебного оборудования «Устройство защитного отключения» прилагается диск с кратким мультимедийным описанием. На рис. П2.1 представлен общий вид настольного лабораторного стенда.



Рис. П2.1. Лабораторный стенд «Устройство защитного отключения»

Технические возможности:

- действующая модель трехфазной сети и электроустановки, выполнена на безопасном для учащегося напряжении.
- возможность изменения сопротивления нагрузки, обуви и пола;
- модель электропотребителей, подключена через два различных УЗО;
- встроенный цифровой амперметр измеряет токи срабатывания УЗО;
- производится измерение времени срабатывания УЗО при различных значениях токов нагрузки;
- показания приборов соответствуют значениям параметров в реальной сети.

Технические характеристики:

- исполнение настольное;
- габаритные размеры 650*450*315 мм;
- электропитание – 220 В, 50Гц.

Лабораторный стенд позволяет выполнить следующие лабораторные работы:

- Исследование время-токовых характеристик УЗО-Д под различной нагрузкой в режиме зануления

Типовой комплект учебного оборудования «Защитное заземление и зануление»

Типовой комплект учебного оборудования «Защитное заземление и зануление» позволяет исследовать методы и устройства защитного заземления и зануления оборудования в электрических сетях напряжением до 1000 В с изолированной и заземленной нейтралью, определять эффективность средств заземления и зануления при защите от поражения электрическим током.

Типовой комплект учебного оборудования предназначен для проведения лабораторных занятий в высших учебных заведениях при изучении курса «Пожарная безопасность электроустановок».

Внешний вид стенда представлен на рис. ПЗ.1.

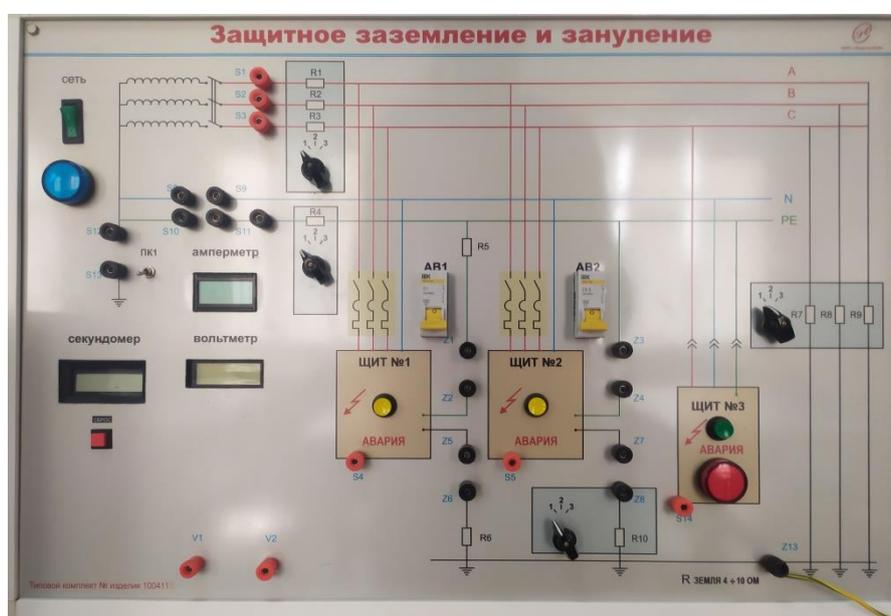


Рис. ПЗ.1. Лабораторный стенд «Защитное заземление и зануление»

Технические возможности:

- действующая модель трехфазной сети, выполнена на безопасном для учащегося напряжении;
- возможность изменения сопротивления фазных проводов сети, сопротивления изоляции, сопротивления участков РЕ проводников, и сопротивления повторных заземлителей;
- модели 3-х электропотребителей, два из которых подключены через автоматические выключатели с защитой от сверхтоков;
- встроенный цифровой вольтметр измеряет фазовое напряжение сети и напряжение на корпусах электропотребителей;
- встроенный цифровой амперметр измеряет токи замыкания в различных точках сети;

- производится измерение времени срабатывания токовой защиты при различных значениях токов замыкания;
- показания приборов соответствуют значениям параметров в реальной сети.

Технические характеристики:

- исполнение настольное;
- габаритные размеры 650*450*315 мм;
- электропитание – 220 В, 50Гц.

Лабораторный стенд позволяет выполнить следующие лабораторные работы:

- Исследование методов и устройства защитного зануления в электрических сетях напряжением до 1000 В
- Исследование параметров заземления и зануления электроустановок с помощью прибора MRU-105.

Приложение 4

Измеритель параметров заземляющих устройств «MRU-105»

Внешний вид устройства портативного измерительного прибора «Измеритель параметров заземляющих устройств MRU-105» представлена на рис. П4.1.



Рис. П4.1. Измеритель параметров заземляющих устройств «MRU -105»

Основные характеристики MRU-105:

- измерение сопротивления заземляющих устройств трех- и четырехполосным методом
- измерение удельного сопротивления грунта методом Веннера с возможностью выбора расстояния между измерительными электродами;
- возможность измерения сопротивления отдельных заземлителей без разрыва цепи контура заземления;
- высокая помехоустойчивость;
- высокая точность;
- память 300 результатов измерений;
- передача данных в компьютер

Комплектация

Измеритель сопротивления заземляющих устройств, молниезащиты, проводников присоединения к земле и выравнивания потенциалов MRU– 105

Провод измерительный 50 м на катушке с разъемами «банан» желтый

Провод измерительный 25 м на катушке с разъемами «банан» голубой

Провод измерительный 1,2 м с острым зондом

Провод измерительный 2,2 м разъемами «банан»

Зонд измерительный для забивки в грунт (30 см)

Зажим «Крокодил» изолированный

Клещи измерительные С-1

Пакет аккумуляторов NiCd типа SONEL 6ECF 1800CS (для MRU-105)

Кабель для зарядки аккумуляторов (для MRU-105)

Описание передней панели устройства представлено на рис. П4.2.

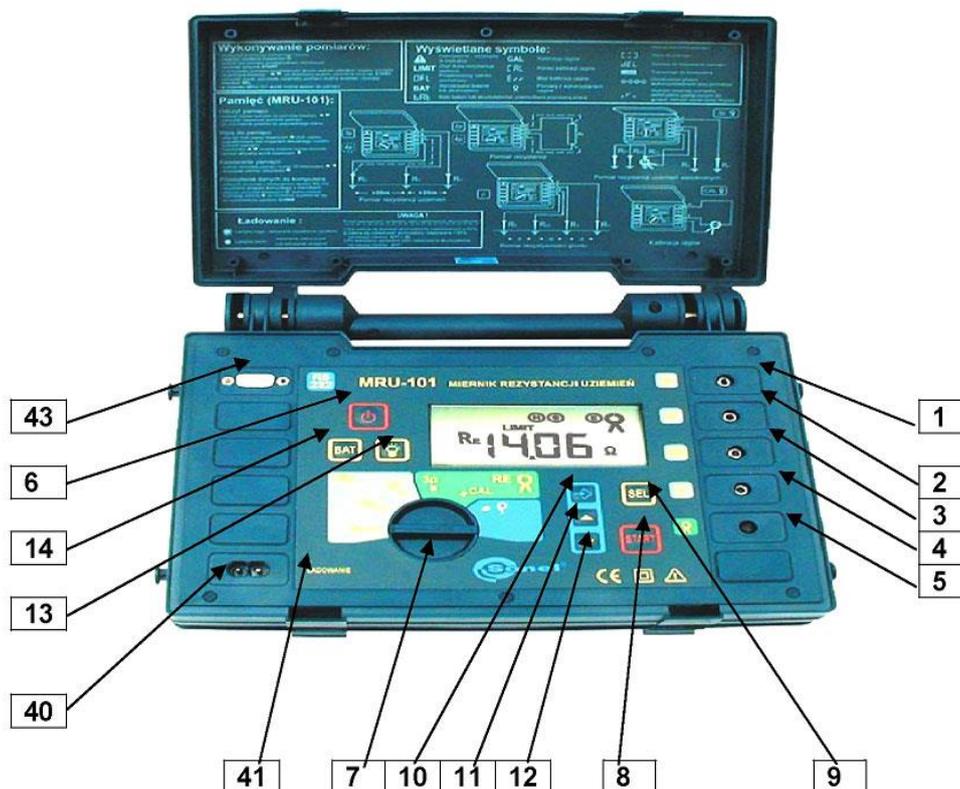


Рис. П4.2. Описание передней панели «MRU -105»

На передней панели «MRU -105» расположены:

1. измерительное гнездо Н для соединения с измерительным щупом
2. измерительное гнездо S для соединения дополнительного потенциального щупа
3. измерительное гнездо ES для соединения дополнительного потенциального щупа
4. измерительное гнездо E
5. разъем для подключения кабеля измерительных клещей
43. разъем для подключения порта интерфейса RS-232
40. гнездо для подачи питания для зарядного устройства
41. светодиод контроля зарядки пакета аккумуляторов

Учебное издание

**НИКИФОРОВ Александр Леонидович
УЛЬЕВА Светлана Николаевна
СЕМЕНОВА Ксения Васильевна
АЗОВЦЕВ Александр Григорьевич**

ПОЖАРНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ ЭЛЕКТРОУСТАНОВОК

**Практикум для обучающихся
по специальности 20.02.04 «Пожарная безопасность»**

Текстовое электронное издание

Подготовлено к изданию 25.12.2020 г.
Формат 60x84 1/16. Усл. печ. л. 3,7. Уч.-изд. л. 3,4. Заказ № 121

Отделение организации научных исследований
научно-технического отдела
Ивановской пожарно-спасательной академии ГПС МЧС России
153040, г. Иваново, пр. Строителей, 33