

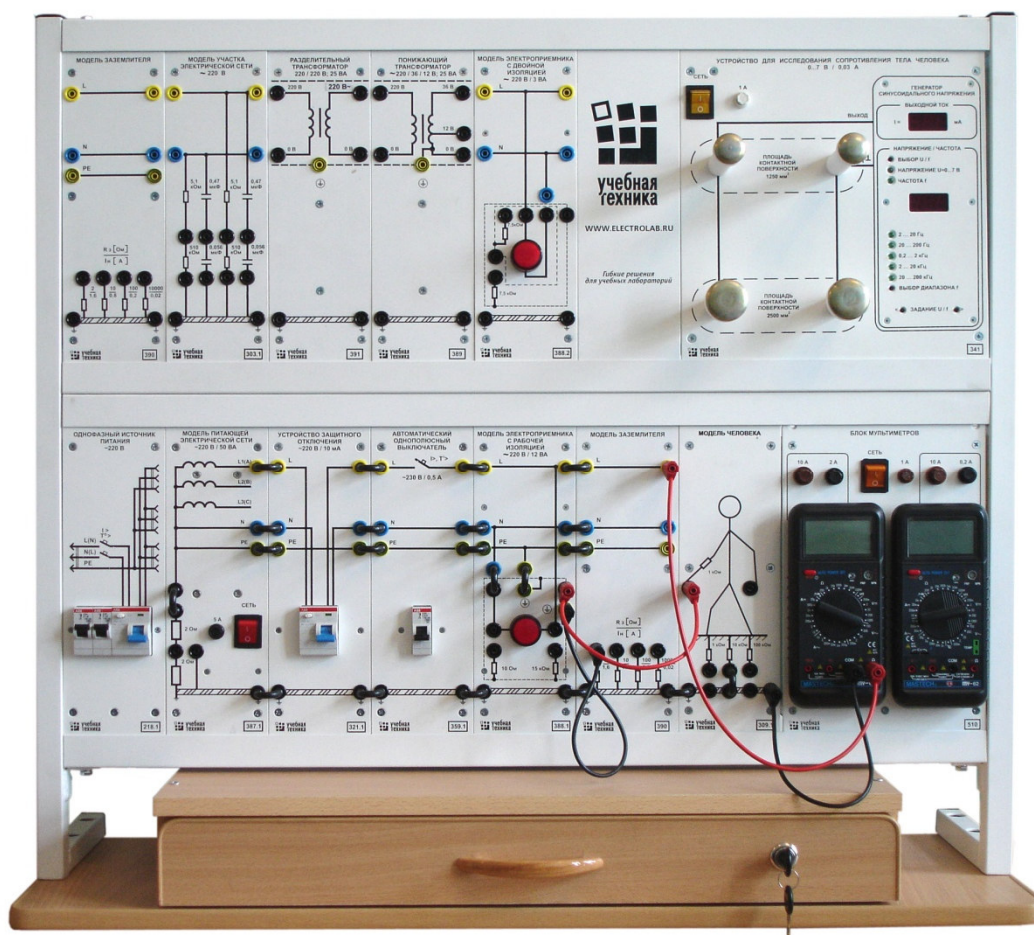
МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

«Казанский государственный аграрный университет»
Институт механизации и технического сервиса

Кафедра «Техносферная безопасность»

Методические указания для выполнения лабораторных работ по дисциплине
«ЭЛЕКТРОБЕЗОПАСНОСТЬ
В ЭЛЕКТРОУСТАНОВКАХ»



КАЗАНЬ-2018

УДК- 628.518

(a) ББК- 31.28н

Статья II. Составители: Яруллин Ф.Ф., Гаязиев И.Н., Макарова О.И.,
Медведев В.М.

Рецензенты:

Заместитель начальника Управления по надзору за техническим состоянием самоходных машин и других видов техники Республики Татарстан
М.А. Халиков

Доцент кафедры «Машины и оборудования в агробизнесе» Казанского государственного аграрного университета, к.т.н. Р.Р. Лукманов

Рассмотрено и одобрено:

Решением заседания кафедры техносферная безопасность Казанского ГАУ (протокол № 4 от 16 ноября 2018г.)

Решением методической комиссии Института механизации и технического сервиса Казанского ГАУ (протокол № 3 от 22 ноября 2018г.)

Яруллин, Ф.Ф. Методические указания для выполнения лабораторных и самостоятельных работ по дисциплине «Электробезопасность в электроустановках» / Ф.Ф. Яруллин, И.Н. Гаязиев, О.И. Макарова, В.М. Медведев. – Казань: Изд-во Казанского ГАУ, 2018. - 48 с.

Методические указания предназначены для выполнения лабораторных работ по дисциплине «Безопасность жизнедеятельности», «Электробезопасность в электроустановках» студентами бакалавриата очной и заочной формы обучения.

УДК- 628.518
(a) ББК- 31.28н

© Казанский государственный аграрный университет, 2018 г.

СОДЕРЖАНИЕ

Техника безопасности.....	4
<i>Лабораторная работа №1</i> Тема: Действие электрического тока на человека в электроустановках до 1000 В.....	5
<i>Лабораторная работа №2</i> Тема: Меры защиты человека от поражения электрическим током в электроустановках до 1000 В.....	13
<i>Лабораторная работа №3</i> Тема: Защита человека от поражения электрическим током в электроустановках до 1000 В с системой заземления TN-C при заземленных корпусах электроприемников.....	34
<i>Лабораторная работа № 4</i> Тема: Защита человека от поражения электрическим током в электроустановках до 1000 В с системой заземления TN-C при изолированных от земли корпусах электроприемников.....	42
Литература.....	47

Техника безопасности

К работе на комплекте допускаются лица, ознакомленные с его устройством, принципом работы и мерами безопасности в соответствии с требованиями, приведенными в настоящем разделе.

Осмотры, наладочные и ремонтные работы на комплекте, не требующие подачи напряжения, производить только после отключения комплекта от сети питания путем вынимания сетевых вилок из розеток.

Всю используемую в экспериментах аппаратуру следует подключать к электрической сети лаборатории только через однофазный источник питания.

Запрещается вставлять вилки шнуров питания в розетки без защитных заземляющих контактов, а также в розетки с защитными заземляющими контактами, но не присоединенные к защитному заземляющему проводнику.

Студентам запрещается включать стенд без разрешения преподавателя. Любые изменения в схеме лабораторной работы разрешается проводить при снятом со стенда напряжении. При прекращении подачи тока или перерыве в работе стенд необходимо отсоединять от сети. При обнаружении каких-либо неисправностей в работе стенда выполнение лабораторной работы должно быть немедленно приостановлено. К работе с источником допускаются лица, ознакомленные с его устройством, принципом работы и мерами безопасности в соответствии с требованиями, приведенными в настоящем разделе.

Студентам запрещается: - производить какой-либо ремонт электрооборудования стенда; - прикасаться руками к проводам электропроводок схемы; - эксплуатация источника при снятом кожухе.

Студентам разрешается входить в лабораторию только с преподавателем или лаборантом. Студенты должны занимать рабочие места в соответствии с графиком выполнения лабораторных работ.

Окончив работу, показать полученные результаты преподавателю, привести в порядок рабочее место и только с разрешения преподавателя уйти из лаборатории.

Лабораторная работа №1

Тема: Действие электрического тока на человека в электроустановках до 1000 В

Цель работы: Изучить действие электрического тока на человека и определить электрическое сопротивление тела человека.

При соприкосновении с находящимися под напряжением проводами электрического тока или при эксплуатации и обслуживании электротехнического оборудования и сетей человек возможно оказаться в сфере действия электрического поля. В результате воздействия тока на человека возможно произойти поражения электрическим током.

Как известно ток не имеет внешних признаков и как правило человек без специальных инструментов не возможно заранее увидеть представляющую ему опасность. Так же стоит отметить что при воздействии тока на человека во многих случаях приводит к серьезным последствиям и нарушению основных важных систем жизнедеятельности, таких как центральная нервная, сердечно-сосудистая и дыхательная, что усугубляет тяжесть поражения. Переменный ток возможно вызвать интенсивные судороги мышц, приводящие к не отпускающему эффекту, при котором человек сам не возможно высвободится от воздействия электрического тока. Поражение электрическим током пробуждает у человека резкую реакцию отдергивания, а иногда и потерю сознания, что при обслуживании электрооборудования на высоте возможно привести к несчастному случаю в результате падения.

Электрический ток, проходя через тело человека, возможно оказывать биологическое, тепловое, механическое и химическое действия. Биологическое действие содержится в возможности электрического тока раздражать и возбуждать живые ткани организма, тепловое – в способности вызывать ожоги

тела, механическое – приводить к разрыву тканей, а химическое – к электролизу крови.

Влияние электрического тока на организм человека возможно стать причиной электротравмы. Электротравма – это травма, которая происходит в результате воздействия электрического тока или электрической дуги. Электротравмы принято делить на местные и общие. Местные электротравмы приводят к местному повреждению организма, которое проявляется в виде электрических ожогов, электрических знаков, в металлизации кожи, механических повреждениях и электроофтальмии (воспаление наружных оболочек глаз). Общие электротравмы, или электрические удары, это травмы которые вызывают повреждение всего организма в целом, в результате чего происходит нарушение или полное прекращение деятельности наиболее жизненно важных органов и систем – легких (дыхания), сердца (кровообращения).

Поражение электрическим током человека и тяжесть воздействия электрического тока на пострадавшего обусловлено многими факторами.

По ответным реакциям организма можно оценивать опасность воздействия электрического тока на человека. Три качественно отличные ответные реакции четко проявляются с увеличением силы тока. Это в первую очередь ощущение, более судорожное сокращение мышц (неотпускание для переменного тока и болевой эффект постоянного) и, наконец, фибрилляция сердца. Электрические токи, вызывающие соответствующую ответную реакцию, подразделяют на ощутимые, неотпускающие и фибрилляционные.

Необходимый перечень аппаратуры для выполнения лабораторной работы

Обозначение	Наименование	Параметры
1	2	3
G1	Однофазный источник питания	~ 220 В / 16 А
A1	Модель питающей электрической сети	~ 220 В / 50 ВА

Продолжение перечня аппаратуры для выполнения лабораторной работы

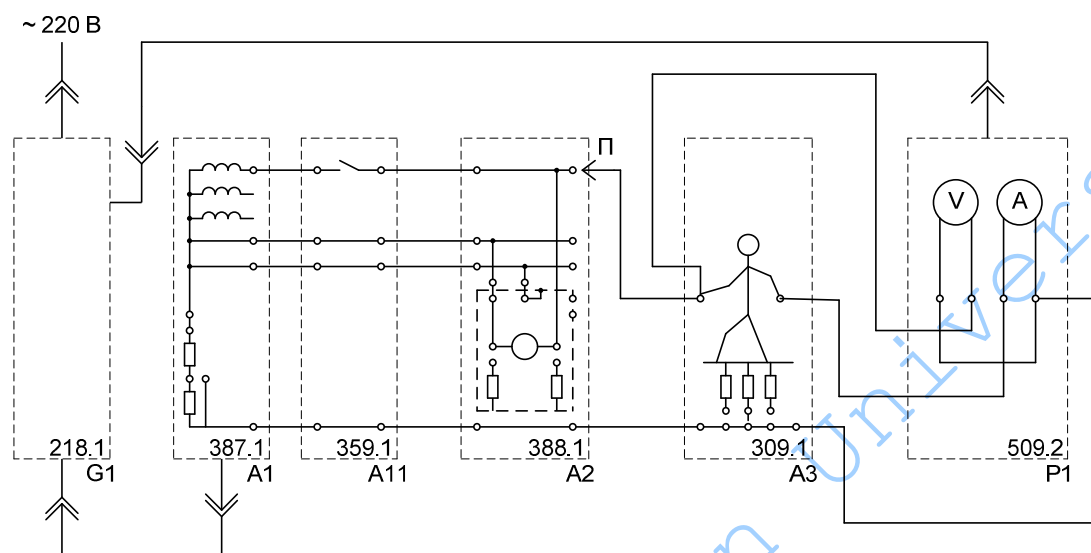
1	2	3
A2	Модель электроприемника с рабочей изоляцией	$\sim 220 \text{ В}$
A3	Модель человека	$\sim 220 \text{ В} / 1 \text{ кОм}$
A6	Устройство для исследования сопротивления тела человека	$\sim 0 \dots 7 \text{ В} / 0,03 \text{ А}$
A11	Автоматический однополюсный выключатель	$\sim 220 \text{ В} / 0,5 \text{ А}$
P1	Блок мультиметров	2 мультиметра $0 \dots 1000 \text{ В} \approx;$ $0 \dots 10 \text{ А} \approx;$ $0 \dots 20 \text{ МОм}$

Порядок выполнения работы

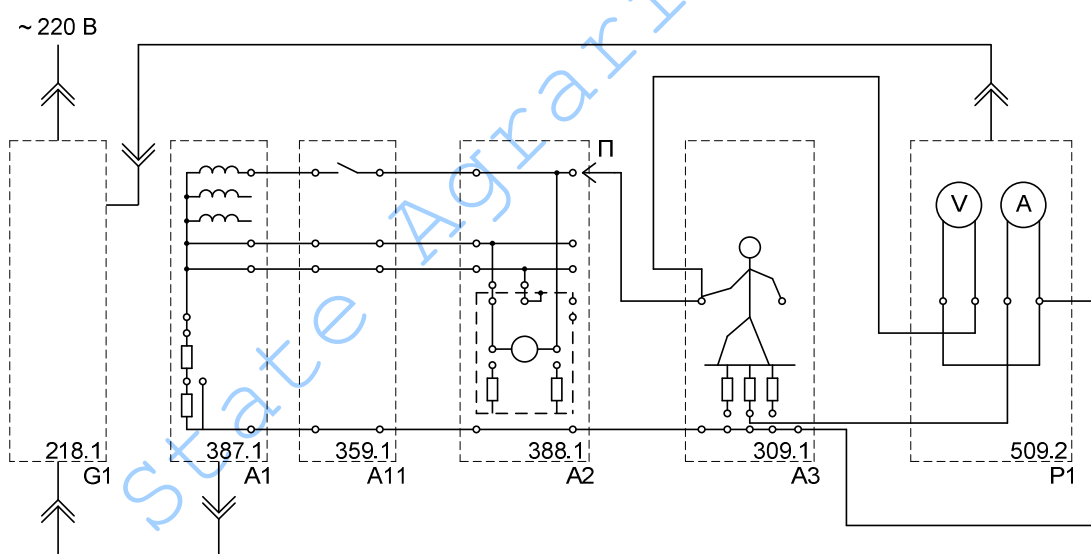
Определение силы электрического тока через тело человека при прямом прикосновении его к частям, находящимся под напряжением

- Убедится, что устройства, которые используются в эксперименте, отключены от сети электропитания.
- Соединить аппаратуру в соответствии со схемой электрической соединений, приведенной на рисунке 1.1.
- Отключить (если включен) выключатель «ПИТАНИЕ» модели A1 питающей электрической сети.
- Включить автоматические выключатели и устройство защитного отключения в однофазном источнике питания G1.
- Включить выключатель «СЕТЬ» блока мультиметров P1.
- Активизируйте используемые мультиметры.
- Включить выключатель «ПИТАНИЕ» модели A1.
- Включить автоматический выключатель A11. При этом должна загореться индикаторная лампа модели электроприемника A2.

- Смоделируйте прямое прикосновение человека к частям, находящимся под напряжением, втыканием конца проводника «П», в гнездо фазы «L» электроприемника A2, как это показано на рисунке 1.1.



а)



б)

а) путь тока в теле человека «рука – рука»;

б) путь тока в теле человека «рука – ноги»;

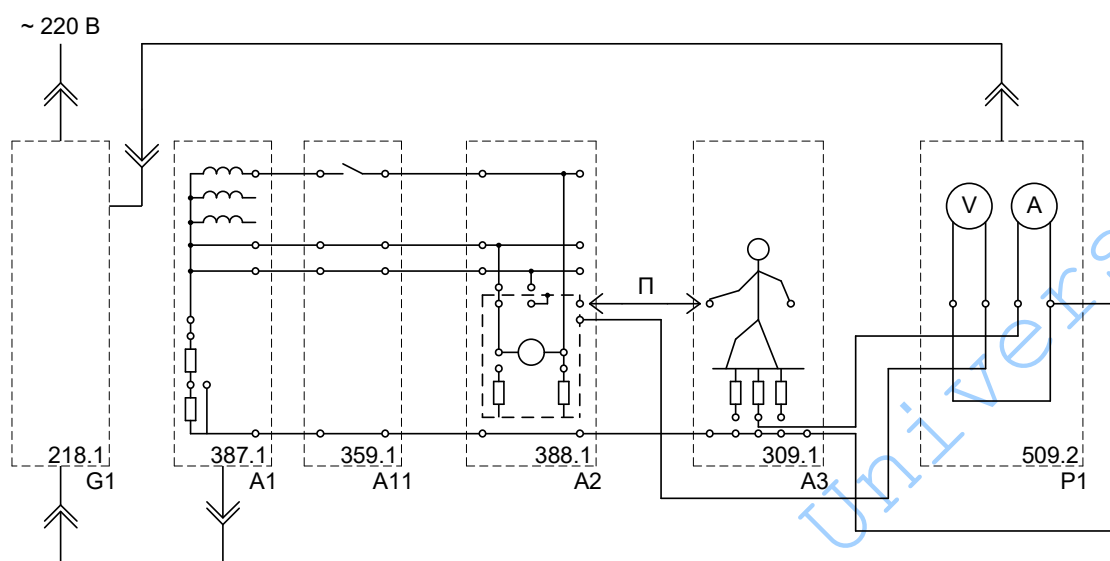
Рисунок 1.1 – Схема для определения силы электрического тока через тело человека при прямом прикосновении его к частям, находящимся под напряжением

- С помощью амперметра и вольтметра блока мультиметров Р1 измерьте ток через тело человека и напряжение прикосновения.
- По завершении эксперимента Отключить выключатель А11 и автоматические выключатели однофазного источника питания G1, выключатели «ПИТАНИЕ» модели А1 питающей электрической сети и «СЕТЬ» блока мультиметров Р1.
- Вид обуви человека и тип пола, на котором он стоит, можно варьировать, проводя эксперименты с другими сопротивлениями стеканию тока с ног человека в землю.

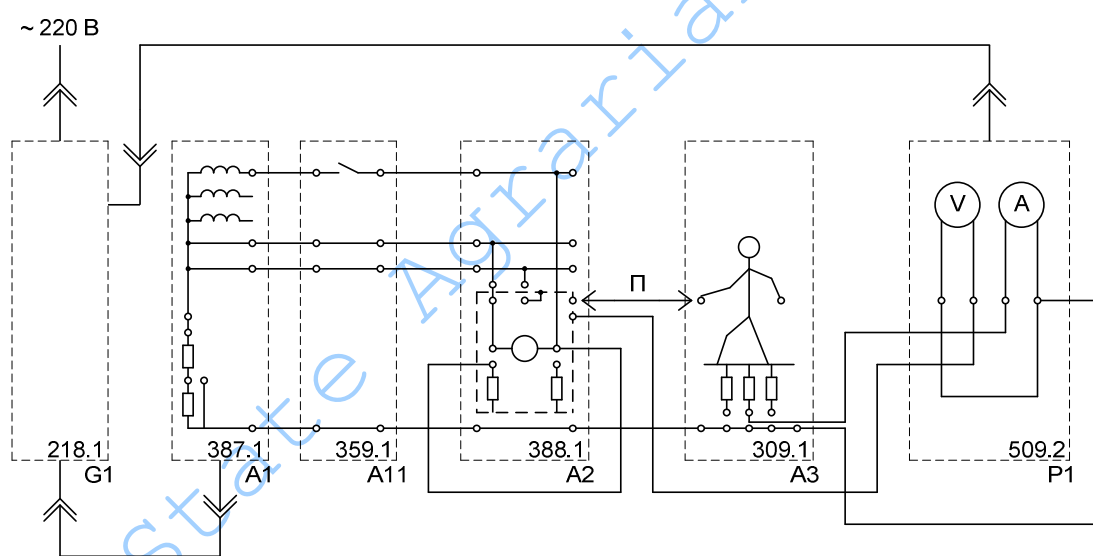
Определение силы электрического тока через тело человека при косвенном прикосновении его к частям, находящимся под напряжением

- Убедитесь, что устройства, используемые в эксперименте, отключены от сети электропитания.
- Соединить аппаратуру в соответствии со схемой электрической соединений, приведенной на рисунке 1.2, а (1.2, б).
- Отключить (если включен) выключатель «ПИТАНИЕ» модели А1 питающей электрической сети.
- Включить автоматические выключатели и устройство защитного отключения в однофазном источнике питания G1.
- Включить выключатель «СЕТЬ» блока мультиметров Р1.
- Активизируйте используемые мультиметры.
- Включить выключатель «ПИТАНИЕ» модели А1.
- Включить автоматический выключатель А11. При этом должна загореться индикаторная лампа модели электроприемника А2.
- Смоделируйте косвенное прикосновение человека к частям, находящимся под напряжением, втыканием перемычки (конца проводника) «П», в гнездо электроприемника А2, как это показано на рисунке 1.2, а (1.2, б).
- С помощью амперметра и вольтметра блока мультиметров Р1 измерьте ток через тело человека и напряжение прикосновения.

- По завершении эксперимента Отключить автоматические выключатели A11 и однофазного источника питания G1, выключатели «ПИТАНИЕ» модели A1 питающей электрической сети и «СЕТЬ» блока мультиметров P1.



а)



б)

а) при снижении сопротивления основной изоляции электроприемника до 15 кОм; б) при снижении сопротивления основной изоляции электроприемника до 10 Ом,;

Рисунок 1.2 – Схема для определения силы электрического тока через тело человека при косвенном прикосновении его к частям, находящимся под напряжением

- Вид обуви человека и тип пола, на котором он стоит, можно варьировать, проводя эксперименты с другими сопротивлениями стеканию тока с ног человека в землю.

Определение электрического сопротивления тела человека

- Убедитесь, что устройства, используемые в эксперименте, отключены от сети электропитания.
- Соединить аппаратуру в соответствии со схемой электрической соединений, приведенной на рисунке 1.3.

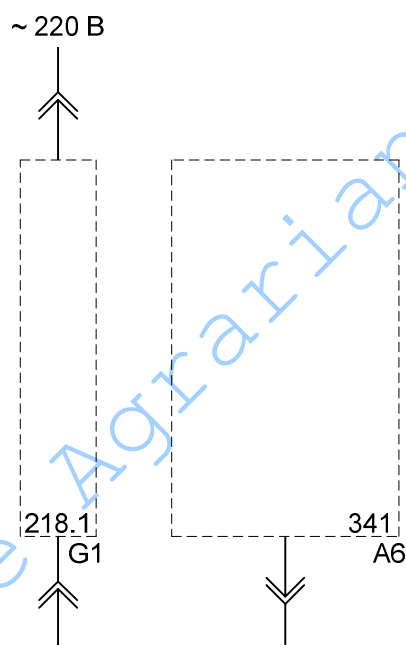


Рисунок 1.3 – Схема для определения электрического сопротивления тела человека

- Включить автоматический выключатель и устройство защитного отключения в однофазном источнике питания G1.
- Включить выключатель «СЕТЬ» устройства A6.
- Оперирруя кнопками на поле «ГЕНЕРАТОР СИНУСОИДАЛЬНОГО НАПРЯЖЕНИЯ» по индикатору выставьте требуемые напряжение U и его частоту f , например, 6,0 В и 15 кГц.

- Приложите ладони рук порознь к двум электродам с площадью контактной поверхности $S=1250 \text{ мм}^2$ и с верхнего индикатора считайте величину тока I_h , протекающего через тело человека.
- Приложите ладони рук порознь к двум электродам с площадью контактной поверхности $S=2500 \text{ мм}^2$ и с верхнего индикатора считайте величину тока I_h , протекающего через тело человека.
- Рассчитайте электрическое сопротивление тела человека $Z_h = U/I_h$ в обоих случаях и сделайте вывод о влиянии на него площади контактной поверхности.
- Варьируя частоту f напряжения генератора снимите зависимость от нее тока, протекающего через тело человека, $I_h(f)$.
- Рассчитайте зависимость электрического сопротивления тела человека $Z_h(f) = U / I_h(f)$.
- По завершении эксперимента Отключить выключатель «СЕТЬ» устройства А6.

Вопросы для контроля

1. Для чего предназначен мультиметр?
2. Что такое прямое прикосновение?
3. Какие меры защиты от прямого прикосновения должны быть применены для защиты от поражения электрическим током в нормальном режиме?
4. Что такое косвенное прикосновение?
5. Какие защитные меры применяются для защиты людей от поражения электрическим током при косвенном прикосновении в случае повреждения изоляции?
6. В каких случаях не требуется защита от прямого прикосновения?
7. Когда следует выполнять защиту при косвенном прикосновении?

Лабораторная работа №2

Тема: Меры защиты человека от поражения электрическим током в электроустановках до 1000 В

Цель работы: исследовать степень опасности поражения электрическим током в электроустановках до 1000 В, ознакомиться с факторами, влияющими на опасность поражения человека электрическим током; исследовать эффективность защитного заземления и зануления.

Общие положения

Электрические установки, с которыми приходится иметь дело практически всем работающим на производстве, представляют потенциальную опасность. Опасность эксплуатации электроустановок состоит в том, что токоведущие проводники (или корпуса машин, оказавшиеся под напряжением в результате повреждения изоляции) не подают сигналов опасности, на которые реагирует человек. Реакция человека на электрический ток возникает лишь после его прохождения через ткани. Проходя через организм человека, электрический ток оказывает термическое, электролитическое, механическое и биологическое воздействия. Термическое действие тока проявляется в ожогах отдельных участков тела, нагреве до высокой температуры кровеносных сосудов, нервов, сердца и других органов, находящихся на пути тока, что вызывает в них серьезные функциональные расстройства. Электролитическое действие тока проявляется в разложении органических жидкостей, в том числе и крови, что сопровождается значительными нарушениями их физико-химического состава. Механическое действие тока выражается в разрыве, расслоении и других повреждениях различных тканей организма, в том числе мышечной ткани, стенок кровеносных сосудов, сосудов легочной ткани и др. Биологическое действие тока проявляется в раздражении и возбуждении живых тканей организма, а также в нарушении внутренних биоэлектрических процессов,

протекающих в нормально действующем организме и связанных с его жизненными функциями. Электрический ток, проходя через организм, раздражает живые ткани, вызывая в них ответную реакцию – возбуждение, являющееся одним из основных физиологических процессов. Например, если электрический ток проходит непосредственно через мышечную ткань, то возбуждение, обусловленное раздражающим действием тока, проявляется в виде непроизвольного сокращения мышц. Это так называемое прямое, или непосредственное, раздражающее действие тока на ткани, по которым он проходит. Однако действие тока возможно быть не только прямым, но и рефлекторным, то есть осуществляться через центральную нервную систему. Ток возможно вызывать возбуждение и тех тканей, которые не находятся у него на пути. Проходя через тело человека, он вызывает раздражение рецепторов – особых клеток, имеющих в большом количестве во всех тканях организма и обладающих высокой чувствительностью к воздействию факторов внешней и внутренней среды. Центральная нервная система перерабатывает нервный импульс и передает его к рабочим органам: мышцам, железам, сосудам, которые могут находиться вне зоны прохождения тока.

Необходимый перечень аппаратуры для выполнения лабораторной работы

Обозначение	Наименование	Параметры
1	2	3
G1	Однофазный источник питания	~ 220 В / 16 А
A1	Модель питающей электрической сети	~ 220 В / 50 ВА
A2	Модель электроприемника с рабочей изоляцией	~ 220 В
A3	Модель человека	~ 220 В / 1 кОм
A4	Модель электроприемника с двойной изоляцией	~ 220 В

Продолжение перечня аппаратуры для выполнения лабораторной работы

1	2	3
A5	Устройство защитного отключения	$\sim 220 \text{ В} / 16 \text{ А} / 10 \text{ мА}$
A7	Модель участка электрической сети	$\sim 220 \text{ В} / 0,5 \text{ А}$
A8	Модель заземлителя	$\sim 220 \text{ В} /$ 2, 10, 100, 10000 Ом
A9	Понижающий трансформатор	25 ВА 220/36/12 В
A10	Разделительный трансформатор	25 ВА 220/220 В
A11	Автоматический однополюсный выключатель	$\sim 220 \text{ В} / 0,5 \text{ А}$
P1	Блок мультиметров	2 мультиметра 0...1000 В $\overline{\sim}$; 0...10 А $\overline{\sim}$; 0...20 МОм

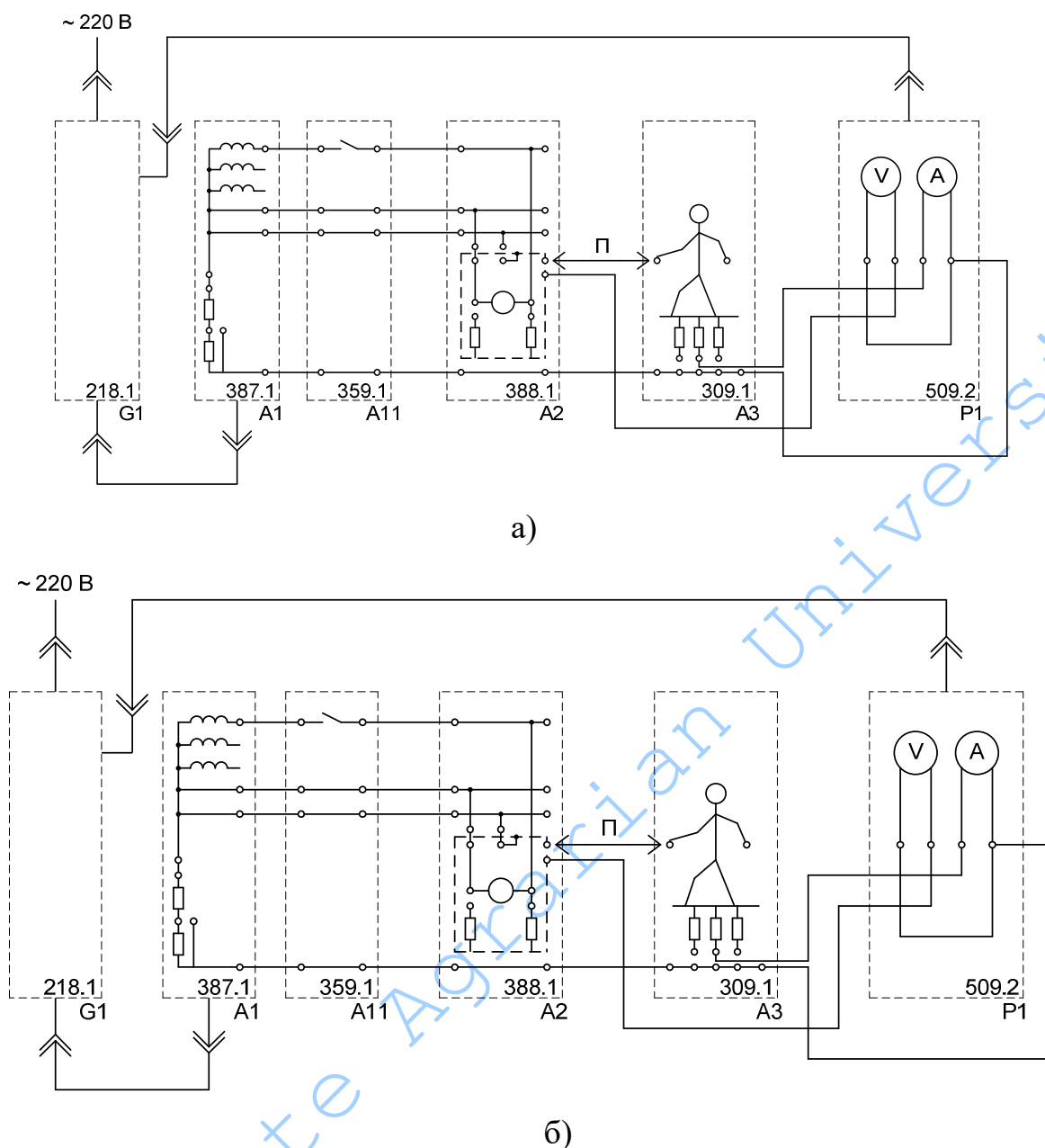
Порядок выполнения работы

Определение действия защитного зануления

- Убедитесь, что устройства, используемые в эксперименте, отключены от сети электропитания.

Соединить аппаратуру в соответствии со схемой электрической соединений, приведенной на рисунке 2.1, а.

- Отключить(если включен) выключатель «ПИТАНИЕ» модели A1 питающей электрической сети.
- Включить автоматические выключатели и устройство защитного отключения в однофазном источнике питания G1.
- Включить выключатель «СЕТЬ» блока мультиметров P1.
- Активизируйте используемые мультиметры.
- Включить выключатель «ПИТАНИЕ» модели A1.
- Включить автоматический выключатель A11. При этом должна загореться индикаторная лампа модели электроприемника A2.



а) без зануления электроприемника; б) с занулением электроприемника;

Рисунок 2.1 – Схема для выявления действия защитного зануления

- Смоделируйте косвенное прикосновение человека к частям, находящимся под напряжением, втыканием перемычки «П», как это показано на рисунке 2.1, а.
- С помощью амперметра и вольтметра блока мультиметров P1 измерьте ток через тело человека и напряжение прикосновения.
- Отключить автоматический выключатель A11.

- Удалите перемычку «П».
- Соединить аппаратуру в соответствии со схемой электрической соединений, приведенной на рисунке 2.1, б.
- Включить автоматический выключатель А11.
- Смоделируйте косвенное прикосновение человека к частям, находящимся под напряжением, втыканием перемычки «П», как это показано на рисунке 2.1, б.
- С помощью амперметра и вольтметра блока мультиметров Р1 измерьте ток через тело человека и напряжение прикосновения.
- По завершении эксперимента Отключить автоматические выключатели А11 и однофазного источника питания G1, выключатели «ПИТАНИЕ» модели А1 питающей электрической сети и «СЕТЬ» блока мультиметров Р1.
- Сопоставьте измеренные значения токов и напряжений и сделайте вывод о наличии или отсутствии защитного действия зануления.
- Вид обуви человека и тип пола, на котором он стоит, можно варьировать, проводя эксперименты с другими сопротивлениями стеканию тока с ног человека в землю.

Определение защитного действия устройства автоматического отключения питания при сверхтоках

- Убедитесь, что устройства, используемые в эксперименте, отключены от сети электропитания.
- Соединить аппаратуру в соответствии со схемой электрической соединений, приведенной на рисунке 2.2.
- Отключить (если включен) выключатель «ПИТАНИЕ» модели А1 питающей электрической сети.
- Включить автоматические выключатели и устройство защитного отключения в однофазном источнике питания G1.

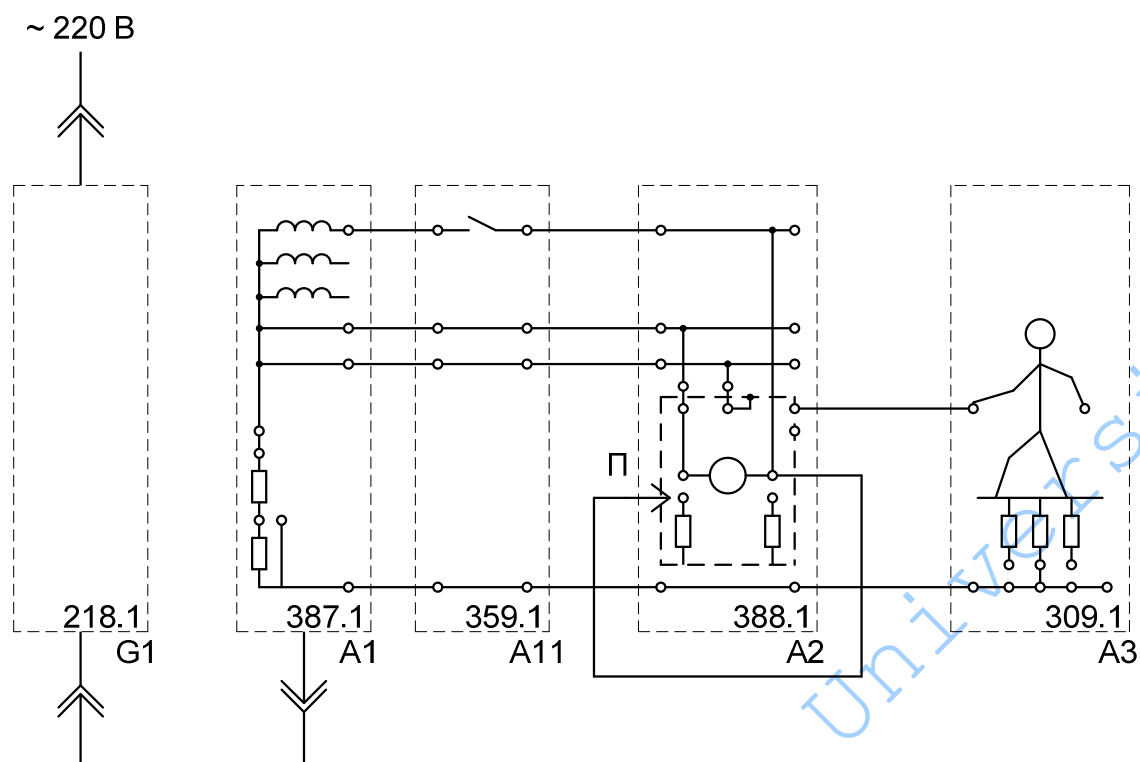
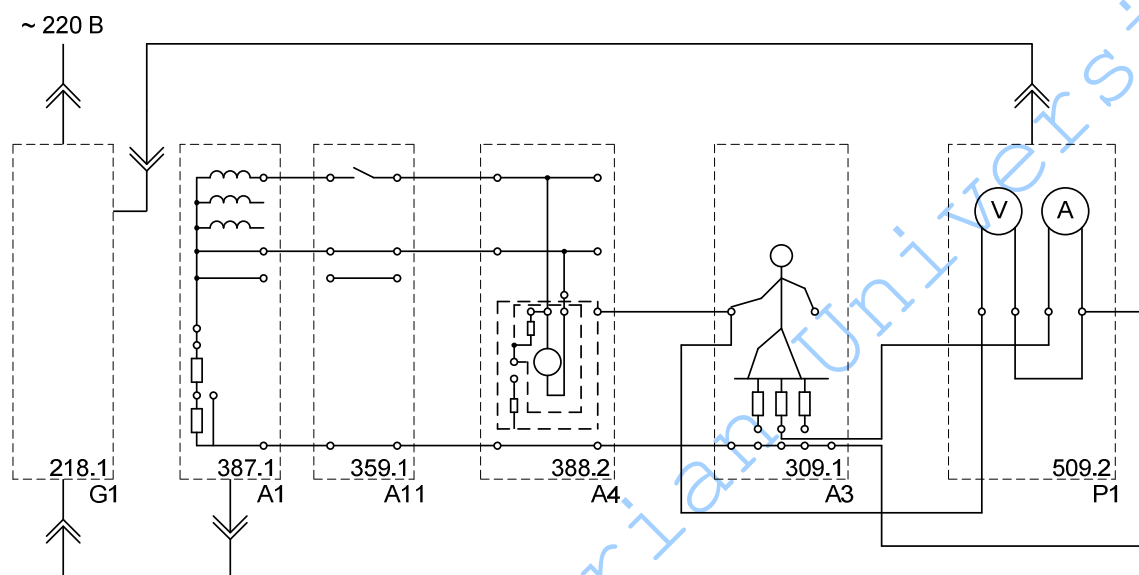


Рисунок 2.2 – Схема для выявления защитного действия устройства автоматического отключения питания при сверхтоках

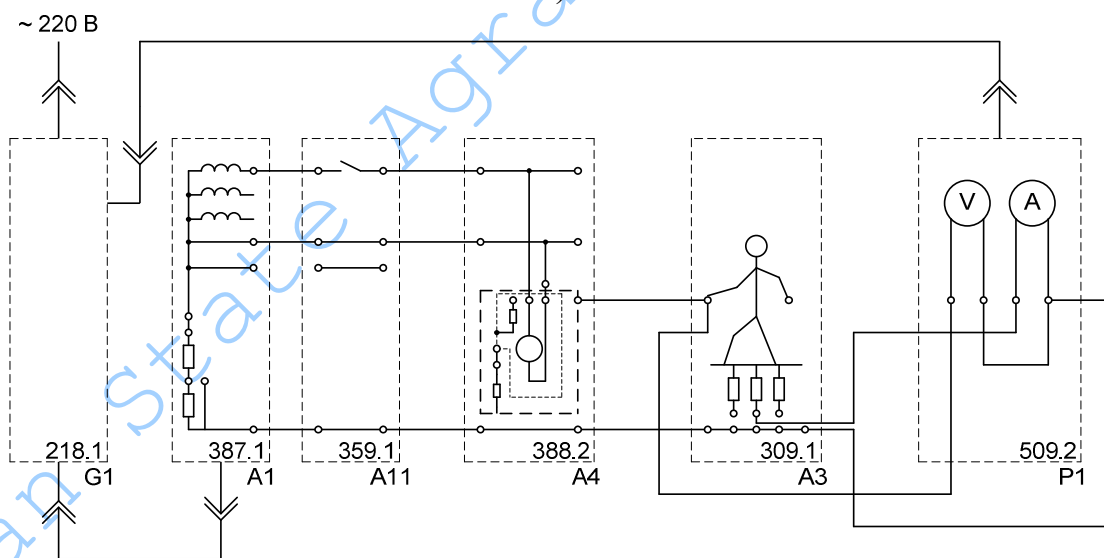
- Включить выключатель «ПИТАНИЕ» модели A1.
- Включить автоматический выключатель A11. При этом должна загореться индикаторная лампа модели электроприемника A2.
- Смоделируйте нарушение изоляции электроприемника A2 втыканием конца проводника «П», в его гнездо, как это показано на рисунке 2.2. При этом автоматический выключатель A11 должен отключиться, подтверждая, тем самым, свое защитное действие.
- По завершении эксперимента Отключить автоматический выключатель однофазного источника питания G1 и выключатель «ПИТАНИЕ» модели A1 питающей электрической сети.
- Вид обуви человека и тип пола, на котором он стоит, можно варьировать, проводя эксперименты с другими сопротивлениями стеканию тока с ног человека в землю.

Определение защитного действия двойной изоляции электроприемника

- Убедитесь, что устройства, используемые в эксперименте, отключены от сети электропитания.
- Соединить аппаратуру в соответствии со схемой электрических соединений, приведенной на рисунке 2.3, а (2.3, б).



а)



б)

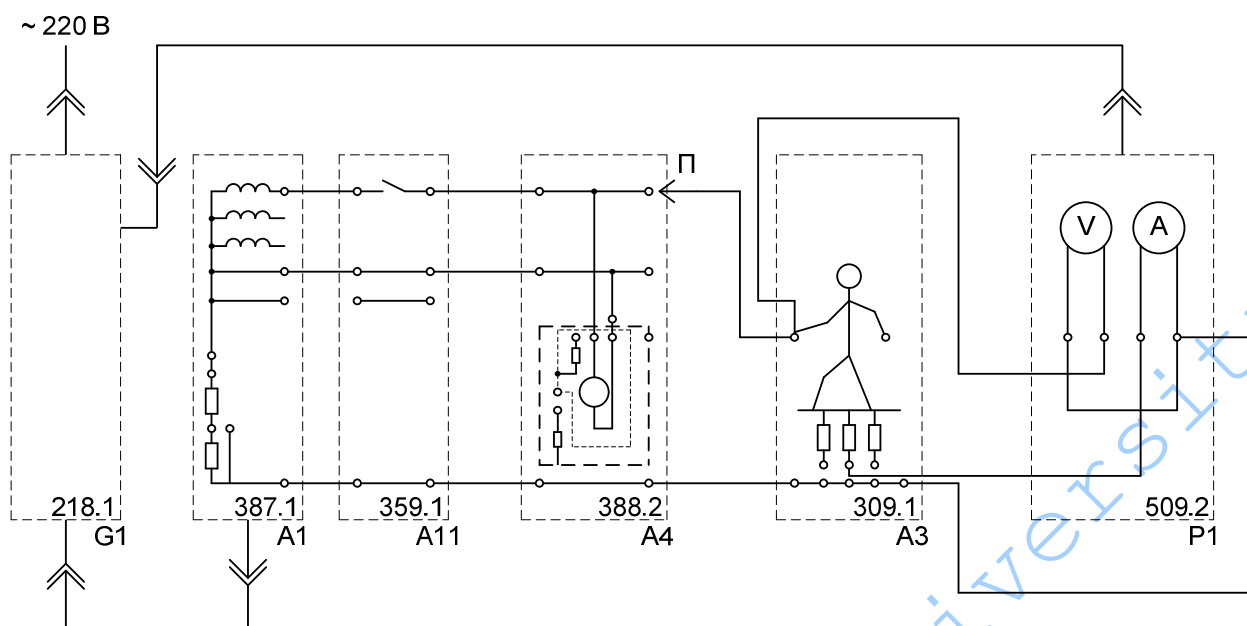
- а) при снижении сопротивления основной изоляции электроприемника до 7,5 кОм; б) при снижении сопротивления дополнительной изоляции электроприемника до 7,5 кОм;

Рисунок 2.3 – Схема для выявления защитного действия двойной изоляции электроприемника

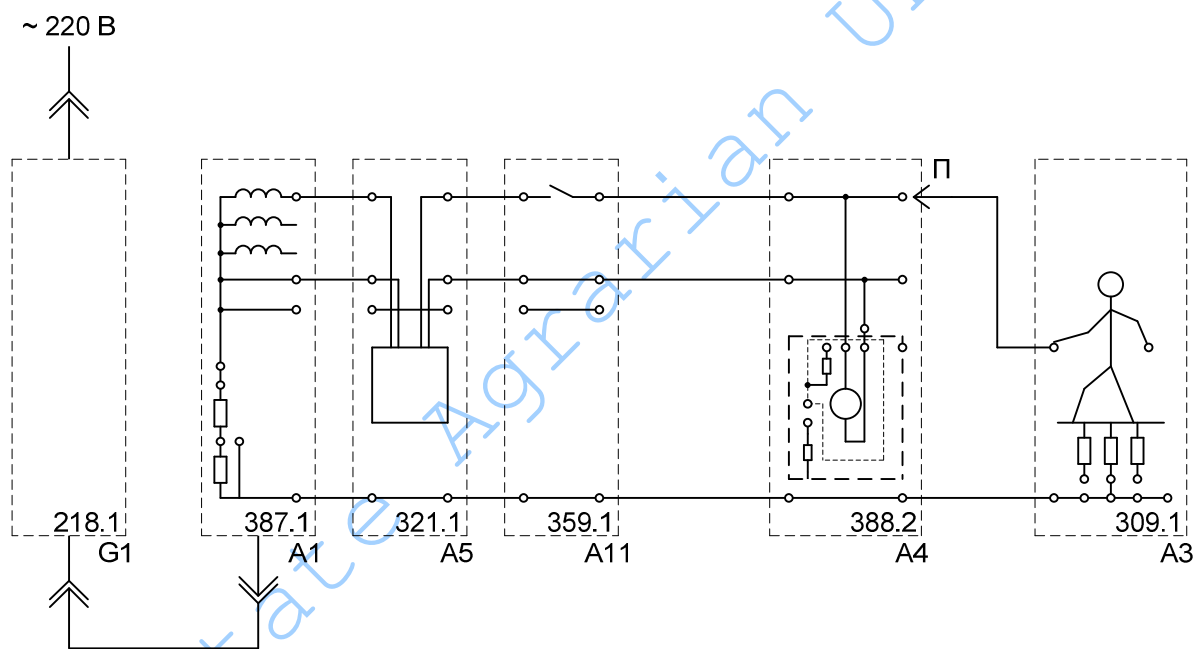
- Отключить(если включен) выключатель «ПИТАНИЕ» модели А1 питающей электрической сети.
- Включить автоматические выключатели и устройство защитного отключения в однофазном источнике питания G1.
- Включить выключатель «СЕТЬ» блока мультиметров Р1.
- Активизируйте используемые мультиметры.
- Включить выключатель «ПИТАНИЕ» модели А1.
- Включить автоматический выключатель А11. При этом должна загореться индикаторная лампа модели электроприемника А4.
- С помощью амперметра и вольтметра блока мультиметров Р1 измерьте ток через тело человека и напряжение прикосновения.
- По завершении эксперимента Отключитьавтоматические выключатели А11 и однофазного источника питания G1, выключатели «ПИТАНИЕ» модели А1 питающей электрической сети и «СЕТЬ» блока мультиметров Р1.
- По измеренным значениям токов оцените защитное действие двойной изоляции электроприемника.
- Вид обуви человека и тип пола, на котором он стоит, можно варьировать, проводя эксперименты с другими сопротивлениями стеканию тока с ног человека в землю.

Определение действия устройства защитного отключения

- Убедитесь, что устройства, используемые в эксперименте, отключены от сети электропитания.
- Соединить аппаратуру в соответствии со схемой электрической соединений, приведенной на рисунке 2.4, а.
- Отключить(если включен) выключатель «ПИТАНИЕ» модели А1 питающей электрической сети.
- Включить автоматические выключатели и устройство защитного отключения в однофазном источнике питания G1.



а)



б)

а) без устройства защитного отключения;

б) с устройством защитного отключения;

Рисунок 2.4 – Схема для выявления действия устройства защитного отключения

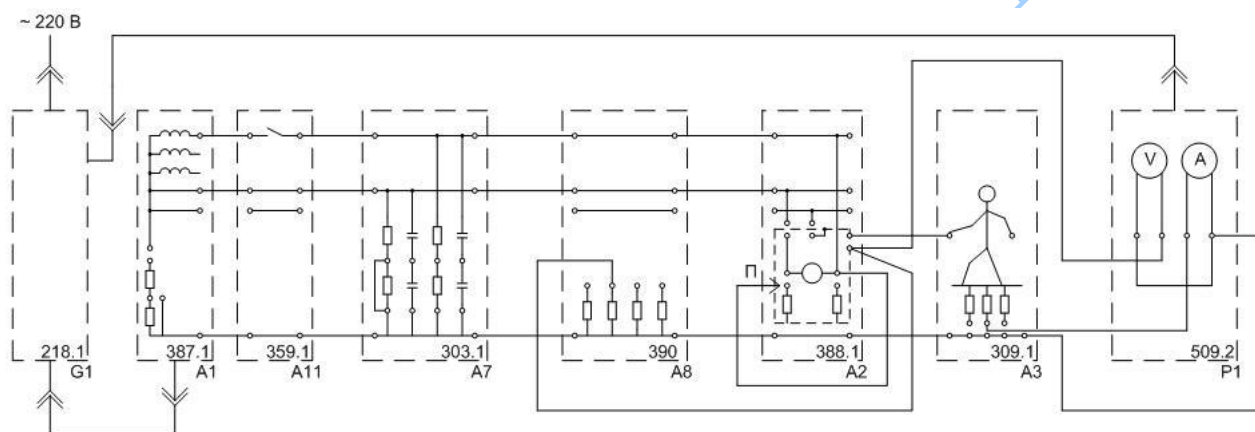
- Включить выключатель «ПИТАНИЕ» блока мультиметров P1.
- Активизируйте используемые мультиметры.
- Включить выключатель «СЕТЬ» модели A1 питающей электрической сети.

- Включить автоматический выключатель A11. При этом должна загореться индикаторная лампа модели электроприемника A4.
- Смоделируйте прямое прикосновение человека к частям, находящимся под напряжением, втыканием конца проводника «П», в гнездо электроприемника A4, как это показано на рисунке 2.4, а.
- С помощью амперметра и вольтметра блока мультиметров P1 измерьте ток через тело человека и напряжение прикосновения.
- Отключить автоматические выключатели A11 и однофазного источника питания G1, выключатели «ПИТАНИЕ» модели A1 питающей электрической сети и «СЕТЬ» блока мультиметров P1.
- Соединить аппаратуру в соответствии со схемой электрической соединений, приведенной на рисунке 2.4, б.
- Включить автоматические выключатели в однофазном источнике питания G1.
- Включить устройство защитного отключения A5.
- Включить выключатель «ПИТАНИЕ» модели A1 питающей электрической сети.
- Включить автоматический выключатель A11. При этом должна загореться индикаторная лампа модели электроприемника A4.
- Смоделируйте прямое прикосновение человека к частям, находящимся под напряжением, втыканием конца проводника «П», в гнездо электроприемника A4, как это показано на рисунке 2.4, б. При этом должно отключиться устройство защитного отключения A5, подтверждая, тем самым, свое защитное действие.
- По завершении эксперимента Отключить автоматические выключатели A11 и однофазного источника питания G1, а также - выключатель «ПИТАНИЕ» модели A1 питающей электрической сети.

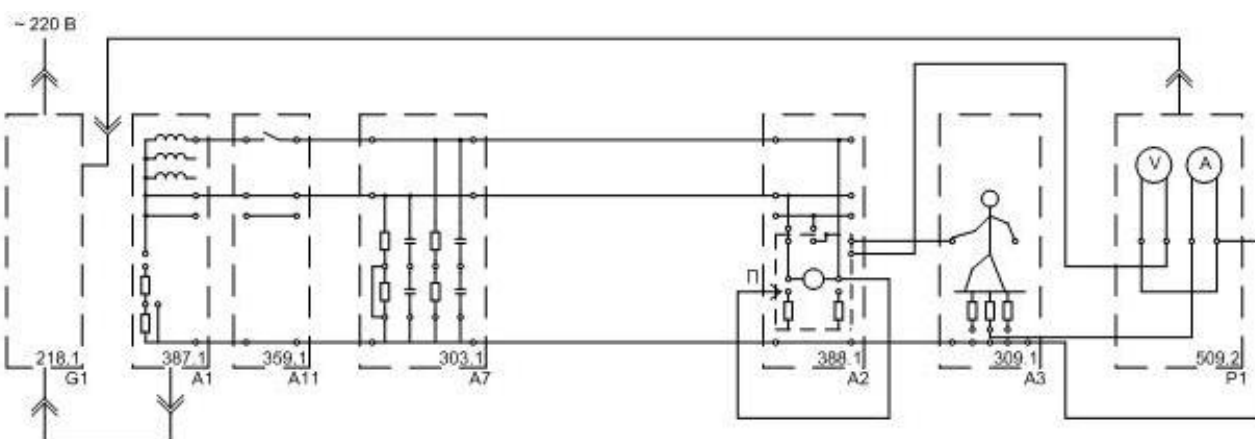
- Вид обуви человека и тип пола, на котором он стоит, можно варьировать, проводя эксперименты с другими сопротивлениями стеканию тока с ног человека в землю.

Определение действия защитного заземления

- Убедитесь, что устройства, используемые в эксперименте, отключены от сети электропитания.
- Соединить аппаратуру в соответствии со схемой электрических соединений, приведенной на рисунке 2.5, а.



а)



б)

а) без защитного заземления; б) с защитным заземлением;

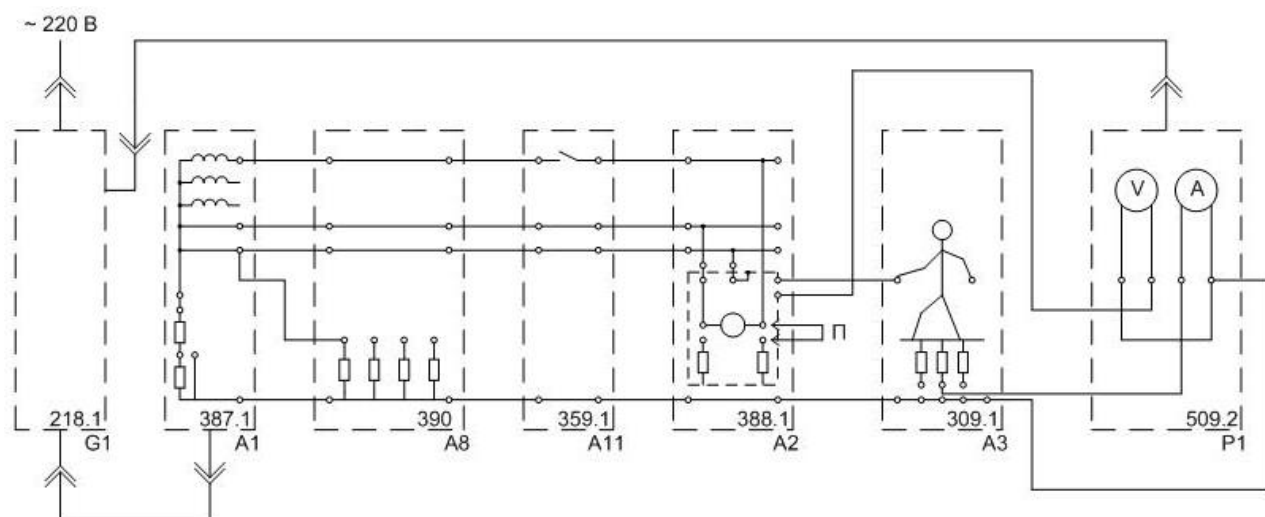
Рисунок 2.5 – Схема для выявления действия защитного заземления

- Отключить(если включен) выключатель «ПИТАНИЕ» модели А1 питающей электрической сети.
- Включить автоматические выключатели и устройство защитного отключения в однофазном источнике питания G1.
- Включить выключатель «СЕТЬ» блока мультиметров P1.
- Активизируйте используемые мультиметры.
- Включить выключатель «ПИТАНИЕ» модели А1.
- Включить автоматический выключатель А11. При этом должна загореться индикаторная лампа модели электроприемника А4.
- Смоделируйте повреждение изоляции электроприемника А2 втыканием конца проводника «П», в его гнездо, как это показано на рисунке 2.5, а.
- С помощью амперметра и вольтметра блока мультиметров P1 измерьте ток через тело человека и напряжение прикосновения.
- Отключитьавтоматические выключатели А11 и однофазного источника питания G1, выключатели «СЕТЬ» модели А1 питающей электрической сети и блока мультиметров P1.
- Соединить аппаратуру в соответствии со схемой электрической соединений, приведенной на рисунке 2.5, б.
- Включить автоматические выключатели в однофазном источнике питания G1.
- Включить автоматический выключатель А11. При этом должна загореться индикаторная лампа модели электроприемника А4.
- Смоделируйте повреждение изоляции электроприемника А2 втыканием конца проводника «П», в его гнездо, как это показано на рисунке 2.5, б.
- С помощью амперметра и вольтметра блока мультиметров P1 измерьте ток через тело человека и напряжение прикосновения.
- По завершении эксперимента Отключитьавтоматические выключатели А11 и однофазного источника питания G1, а также - выключатель «ПИТАНИЕ» модели А1 питающей электрической сети.

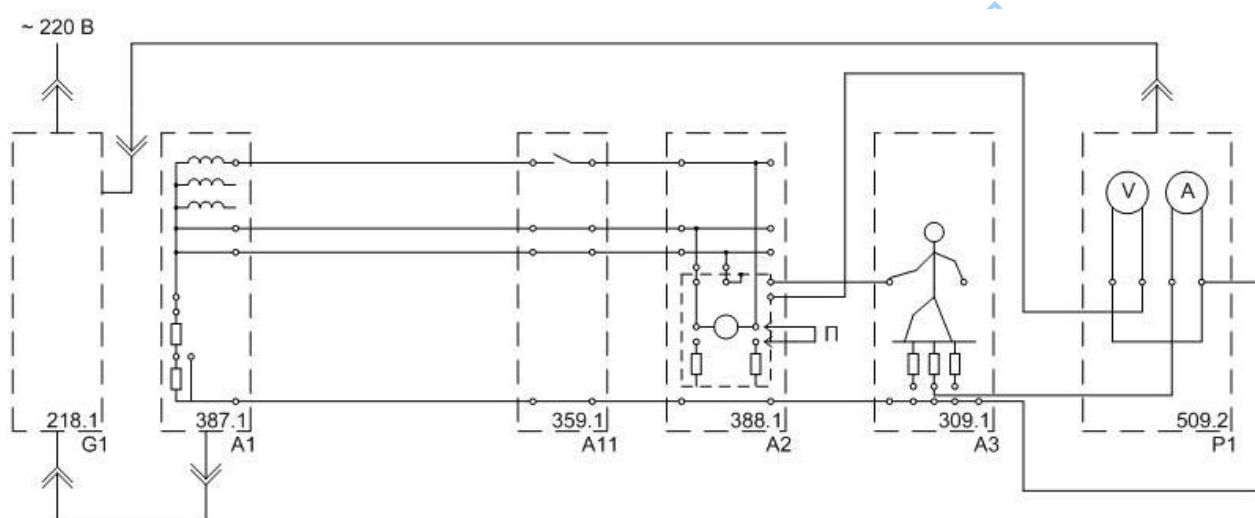
- Сопоставьте измеренные токи через тело человека и убедитесь в действии защитного заземления.
- Вид обуви человека и тип пола, на котором он стоит, можно варьировать, проводя эксперименты с другими сопротивлениями стеканию тока с ног человека в землю. Также можно варьировать и сопротивление заземлителя А8.

Определение защитного действия повторного заземления нулевого защитного проводника

- Убедитесь, что устройства, используемые в эксперименте, отключены от сети электропитания.
- Соединить аппаратуру в соответствии со схемой электрической соединений, приведенной на рисунке 2.6, а.
- Отключить(если включен) выключатель «ПИТАНИЕ» модели А1 питающей электрической сети.
- Включить автоматические выключатели и устройство защитного отключения в однофазном источнике питания G1.
- Включить выключатель «СЕТЬ» блока мультиметров Р1.
- Активизируйте используемые мультиметры.
- Включить выключатель «ПИТАНИЕ» модели А1.
- Включить автоматический выключатель А11. При этом должна загореться индикаторная лампа модели электроприемника А2.
- Смоделируйте повреждение изоляции электроприемника А2 втыканием перемычки «П», в его гнезда, как это показано на рисунке 2.6, а.
- С помощью амперметра и вольтметра блока мультиметров Р1 измерьте ток через тело человека и напряжение прикосновения.
- Отключить автоматические выключатели А11 и однофазного источника питания G1, выключатели «СЕТЬ» модели А1 питающей электрической сети.



а)



б)

а) без повторного заземления нулевого защитного проводника;

б) с повторным заземлением нулевого защитного проводника;

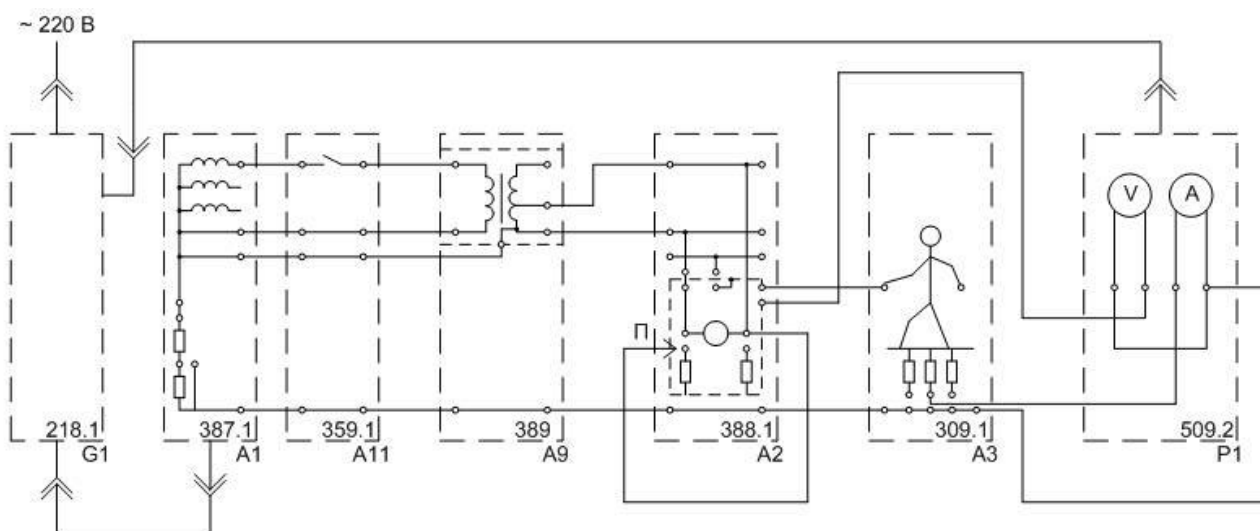
Рисунок 2.6 – Схема для выявления защитного действия повторного заземления нулевого защитного проводника

- Соединить аппаратуру в соответствии со схемой электрической соединений, приведенной на рисунке 2.6, б.
- Включить автоматические выключатели в однофазном источнике питания G1.
- Включить автоматический выключатель A11. При этом должна загореться индикаторная лампа модели электроприемника A2.

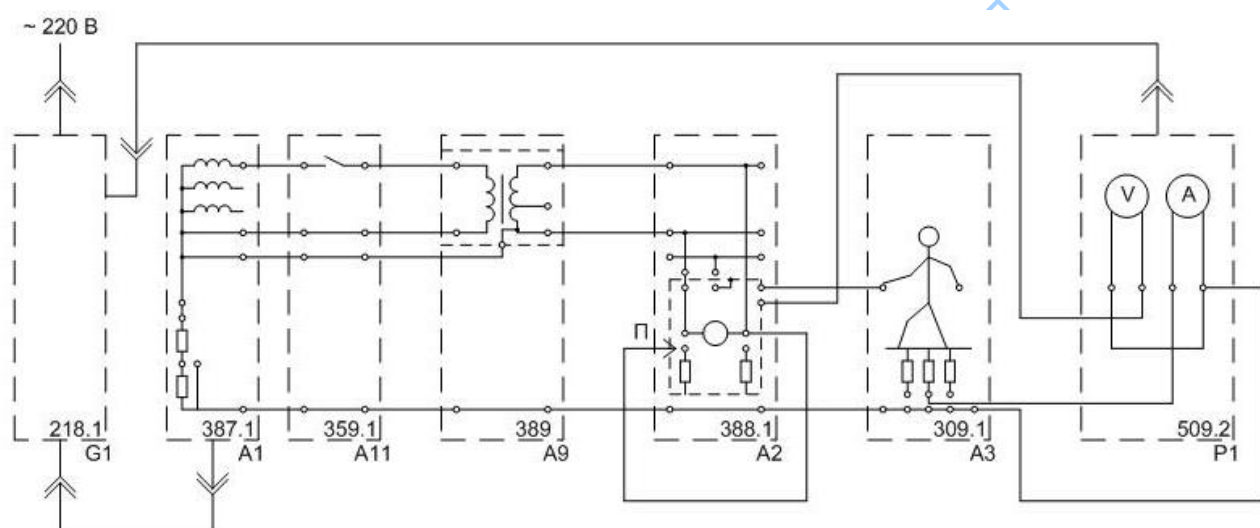
- Смоделируйте повреждение изоляции электроприемника А2 втыканием перемычки «П», в его гнезда, как это показано на рисунке 2.6, а.
- С помощью амперметра и вольтметра блока мультиметров Р1 измерьте ток через тело человека и напряжение прикосновения.
- По завершении эксперимента Отключить автоматические выключатели А11 и однофазного источника питания G1, а также - выключатель «ПИТАНИЕ» модели А1 питающей электрической сети.
- Сопоставьте измеренные токи через тело человека и убедитесь в защитном действии повторного заземления нулевого защитного проводника.
- Вид обуви человека и тип пола, на котором он стоит, можно варьировать, проводя эксперименты с другими сопротивлениями стеканию тока с ног человека в землю. Также можно варьировать и сопротивление заземлителя А8.

Определение защитного действия малого напряжения

- Убедитесь, что устройства, используемые в эксперименте, отключены от сети электропитания.
- Соединить аппаратуру в соответствии со схемой электрической соединений, приведенной на рисунке 2.7, а (б).
- Отключить(если включен) выключатель «ПИТАНИЕ» модели А1 питающей электрической сети.
- Включить автоматические выключатели и устройство защитного отключения в однофазном источнике питания G1.
- Включить выключатель «СЕТЬ» блока мультиметров Р1.
- Активизируйте используемые мультиметры.
- Включить выключатель «ПИТАНИЕ» модели А1.
- Смоделируйте повреждение изоляции электроприемника А2 втыканием конца проводника «П», в его гнездо, как это показано на рисунке 2.7, а (б).



а)



б)

а) 36 В; б) 12 В;

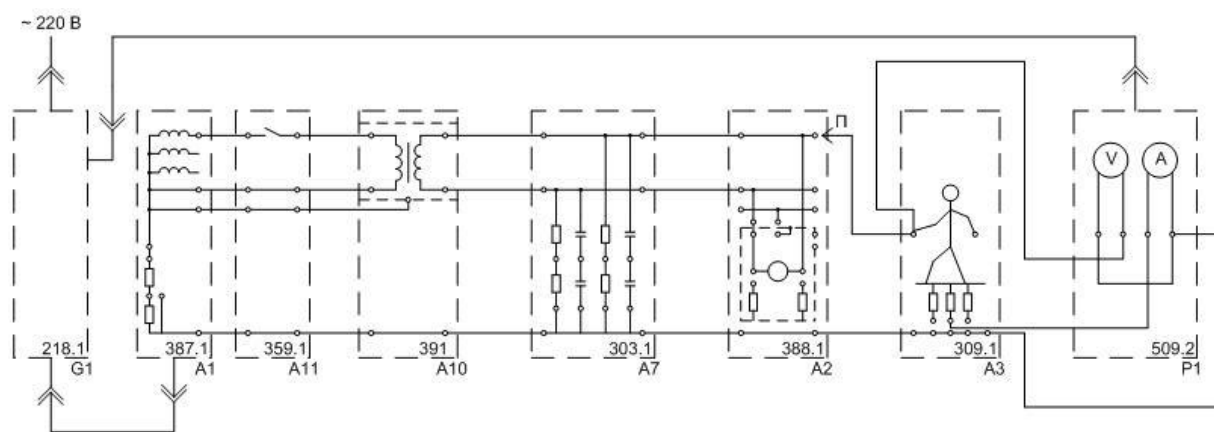
Рисунок 2.7 – Схема для выявления защитного действия малого напряжения

- Включить автоматический выключатель A11. При этом должна загореться индикаторная лампа модели электроприемника A2.
- С помощью амперметра и вольтметра блока мультиметров P1 измерьте ток через тело человека и напряжение прикосновения.
- По завершении эксперимента Отключить автоматические выключатели однофазного источника питания G1 и A11, а также - выключатель «ПИТАНИЕ» питающей электрической сети A1 и блока мультиметров P1.

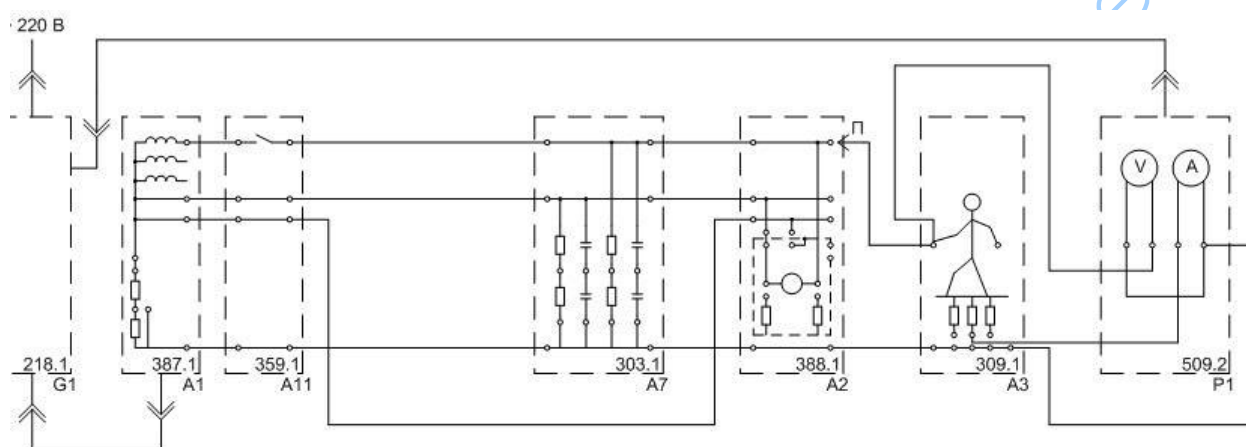
- Сопоставьте измеренные в схемах 2.7, а и 2.7, б токи через тело человека и убедитесь в защитном действии малого напряжения.
- Вид обуви человека и тип пола, на котором он стоит, можно варьировать, проводя эксперименты с другими сопротивлениями стеканию тока с ног человека в землю.

Определение защитного действия электрического разделения цепей

- Убедитесь, что устройства, используемые в эксперименте, отключены от сети электропитания.
- Соединить аппаратуру в соответствии со схемой электрической соединений, приведенной на рисунке 2.8, а (б).
- Отключить(если включен) выключатель «ПИТАНИЕ» модели А1 питающей электрической сети.
- Включить автоматические выключатели и устройство защитного отключения в однофазном источнике питания G1.
- Включить выключатель «СЕТЬ» блока мультиметров Р1.
- Активизируйте используемые мультиметры.
- Включить выключатель «ПИТАНИЕ» модели А1.
- Включить автоматический выключатель А11. При этом должна загореться индикаторная лампа модели электроприемника А2.
- Смоделируйте прямое прикосновение человека к частям, находящимся под напряжением, втыканием конца проводника «П», в гнездо фазы «L» электроприемника А2, как это показано на рисунке 2.8, а (б).
- С помощью амперметра и вольтметра блока мультиметров Р1 измерьте ток через тело человека и напряжение прикосновения.
- По завершении эксперимента Отключитьавтоматические выключатели однофазного источника питания G1 и А11, а также - выключатель «ПИТАНИЕ» питающей электрической сети и блока мультиметров Р1.



а)



б)

а) без электрического разделения цепей; б) с электрическим разделением цепей;

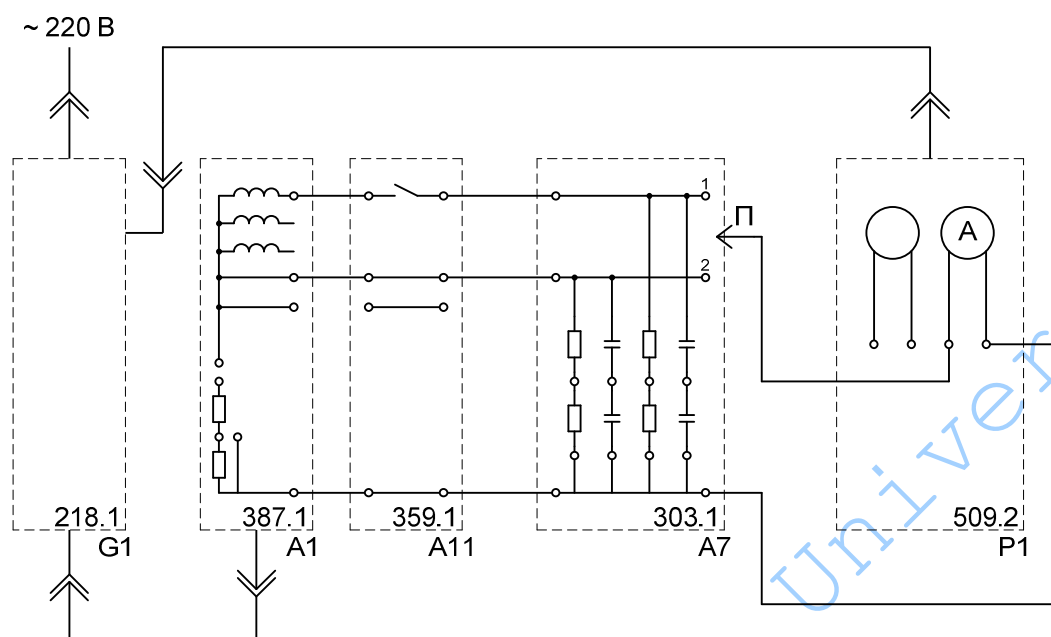
Рисунок 2.8 – Схема для выявления защитного действия электрического разделения цепей

- Сопоставьте измеренные в схемах 2.8, а и 2.8, б токи через тело человека и убедитесь в защитном действии электрического разделения цепей.
- Вид обуви человека и тип пола, на котором он стоит, можно варьировать, проводя эксперименты с другими сопротивлениями стеканию тока с ног человека в землю.

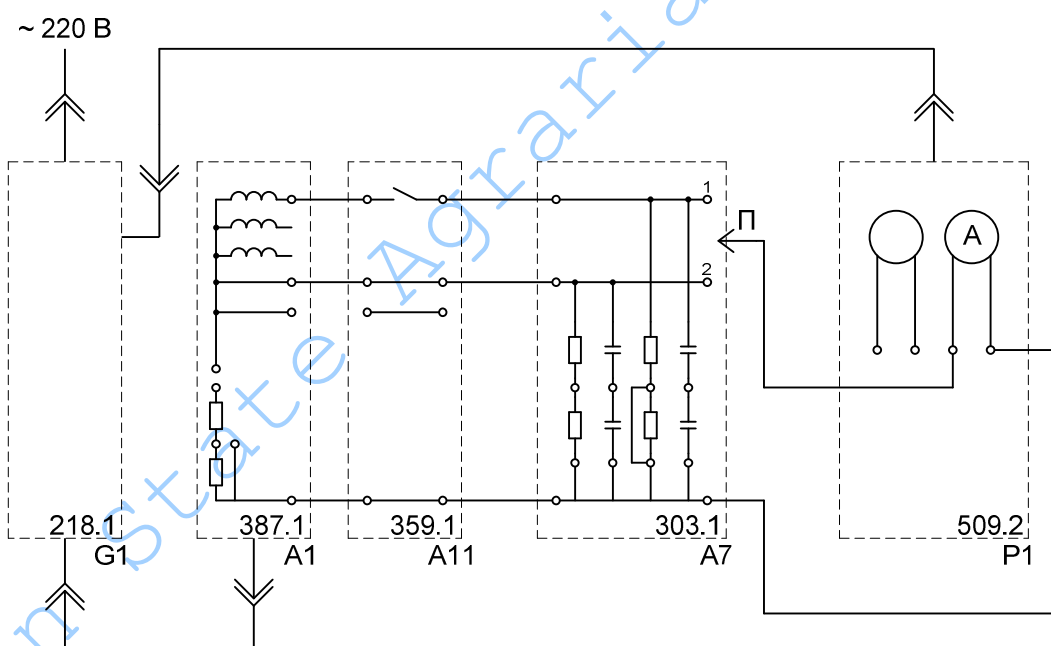
Произвести контроль изоляции фаз в сети с изолированной нейтралью

- Убедитесь, что устройства, используемые в эксперименте, отключены от сети электропитания.

- Соединить аппаратуру в соответствии со схемой электрической соединений, приведенной на рисунке 2.9, а (б).



а)



б)

а) с нормальной изоляцией; б) с поврежденной изоляцией;

Рисунок 2.9 – Схема для контроля изоляции фаз в сети с изолированной нейтралью

- Отключить(если включен) выключатель «ПИТАНИЕ» модели А1 питающей электрической сети.
- Включить автоматические выключатели и устройство защитного отключения в однофазном источнике питания G1.
- Включить выключатель «СЕТЬ» блока мультиметров P1.
- Активизируйте используемые мультиметры.
- Включить выключатель «ПИТАНИЕ» модели А1.
- Включить автоматический выключатель А11.
- Воткните конец проводника «П» в гнездо 1 (2) модели А7.
- С помощью амперметра блока мультиметров P1 измерьте ток.
- По завершении эксперимента Отключитьавтоматические выключатели однофазного источника питания G1 и А11, а также - выключатель «ПИТАНИЕ» питающей электрической сети А1 и блока мультиметров P1.
- Сопоставьте измеренные в схемах 2.9, а и 2.9, б токи и сделайте вывод о состоянии изоляции токоведущих частей в сети с изолированной нейтралью.

Контрольные вопросы

1. Что такое – электроустановка?
2. Организационные мероприятия, обеспечивающие безопасность работ в электроустановках?
3. Технические мероприятия, обеспечивающие безопасность работ в электроустановках?
4. Меры обеспечения безопасности персонала от электрического тока?
6. Требования к персоналу обслуживающему электроустановки?
7. В какой последовательности необходимо начать оказывать первую доврачебную помощь пострадавшим от действия электрического тока в случае, если он находится в состоянии комы?
8. Если поражение электрическим током произошло на высоте, где необходимо оказывать первую помощь, на земле или на высоте?

9. Какое действие является неприменимым при оказании первой помощи в случаях термических ожогов с повреждением целостности кожи и ожоговых пузырей?

10. Что такое защитное зануление?

11. К чему возможно привести неисправная изоляция на проводниках?

12. Что называется рабочим заземлением?

13. Что называется защитным заземлением?

Лабораторная работа №3

Тема: Защита человека от поражения электрическим током в электроустановках до 1000 В с системой заземления TN-C при заземленных корпусах электроприемников

Цель работы: изучить опытным путем защиту человека от поражения электрическим током с системой заземления TN-C при заземленных корпусах электроприемников.

Общие положения

Опасность поражения электрическим током зависит также от частоты тока, переменный ток частотой 50 Гц является самым неблагоприятным. Установлено, что сила фибрилляционного тока при 400 Гц примерно в 3,5 раза больше, чем при частоте 50 Гц, поэтому повышение частоты тока применяют как одну из мер повышения электробезопасности. Статистика электротравматизма показывает, что до 85% смертельных поражений людей электрическим током приходится в результате прикосновения пострадавшего непосредственно к токоведущим частям, находящимся под напряжением. При этом в сетях с номинальным напряжением до 1 кВ величина тока, протекающего через человека, а следовательно, и опасность поражения зависит от условий включения человека в электрическую цепь и характеристики сети (режима нейтрали). Электроустановки в отношении мер электробезопасности разделяются:

- на электроустановки напряжением выше 1 кВ в сетях с глухозаземленной или эффективно заземленной нейтралью;
- электроустановки напряжением выше 1 кВ в сетях с изолированной или заземленной через дугогасящий реактор или резистор нейтралью;
- электроустановки напряжением до 1 кВ в сетях с глухозаземленной нейтралью;

– электроустановки напряжением до 1 кВ в сетях с изолированной нейтралью.

Заземленной нейтралью называется нейтраль генератора или трансформатора, присоединенная к заземляющему устройству непосредственно или через малое сопротивление. Изолированной нейтралью называется нейтраль генератора или трансформатора, не присоединенная к заземляющему устройству или присоединенная к нему через приборы сигнализации, измерения, защиты и подобные устройства, имеющие большое сопротивление. В электрических сетях напряжением до 1 кВ используются следующие системы.

Система TN – система, в которой нейтраль источника питания глухозаземлена, а открытые проводящие части электроустановки присоединены к глухозаземленной нейтрали источника посредством нулевых защитных проводников.

Необходимый перечень аппаратуры для выполнения лабораторной работы

Обозначение	Наименование	Параметры
1	2	3
G1	Однофазный источник питания	~ 220 В / 16 А
A1	Модель питающей электрической сети	~ 220 В / 50 ВА
A2	Модель электроприемника с рабочей изоляцией	~ 220 В
A3	Модель человека	~ 220 В / 1 кОм
A5	Устройство защитного отключения	~ 220 В / 16 А / 10 мА
A8, A12	Модель заземлителя	~ 220 В / 2, 10, 100, 10000 Ом

Продолжение перечня аппаратуры для выполнения лабораторной работы

1	2	3
A11	Автоматический однополюсный выключатель	$\sim 220 \text{ В} / 0,5 \text{ А}$
P1	Блок мультиметров	2 мультиметра $0 \dots 1000 \text{ В} \varpi$; $0 \dots 10 \text{ А} \varpi$; $0 \dots 20 \text{ МОм}$

Порядок выполнения работы

Подтверждение нецелесообразности применения устройства защитного отключения

- Убедитесь, что устройства, используемые в эксперименте, отключены от сети электропитания.
- Соединить аппаратуру в соответствии со схемой электрической соединений, приведенной на рисунке 3.1.

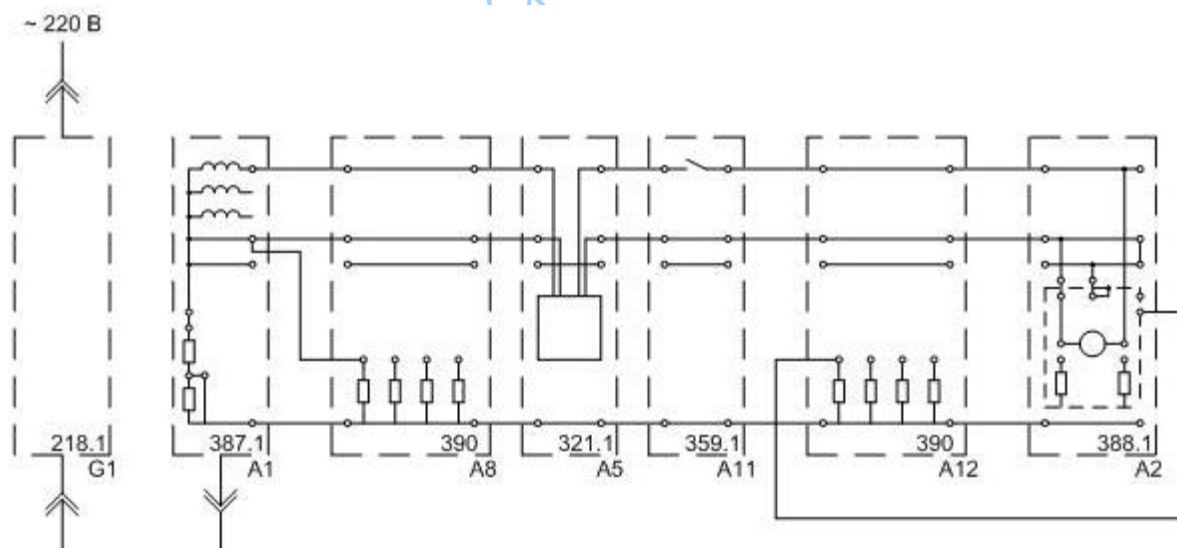


Рисунок 3.1 – Схема для подтверждения нецелесообразности применения устройства защитного отключения в электроустановках с системой заземления TN-C

- Отключить(если включен) выключатель «ПИТАНИЕ» модели A1 питающей электрической сети.
- Включить автоматические выключатели и устройство защитного отключения в однофазном источнике питания G1.
- Включить устройство защитного отключения A5.
- Включить выключатель «ПИТАНИЕ» модели A1.
- Включить автоматический выключатель A11. При этом должно ложно сработать устройство защитного отключения A5, что подтверждает нецелесообразность его применения в этом случае.
- По завершении эксперимента Отключитьавтоматические выключатели однофазного источника питания G1 и A11, а также - выключатель «ПИТАНИЕ» питающей электрической сети A1.

Подтверждение отсутствия защиты при прямом прикосновении человека к частям, находящимся под напряжением

- Убедитесь, что устройства, используемые в эксперименте, отключены от сети электропитания.
- Соединить аппаратуру в соответствии со схемой электрической соединений, приведенной на рисунке 3.2.

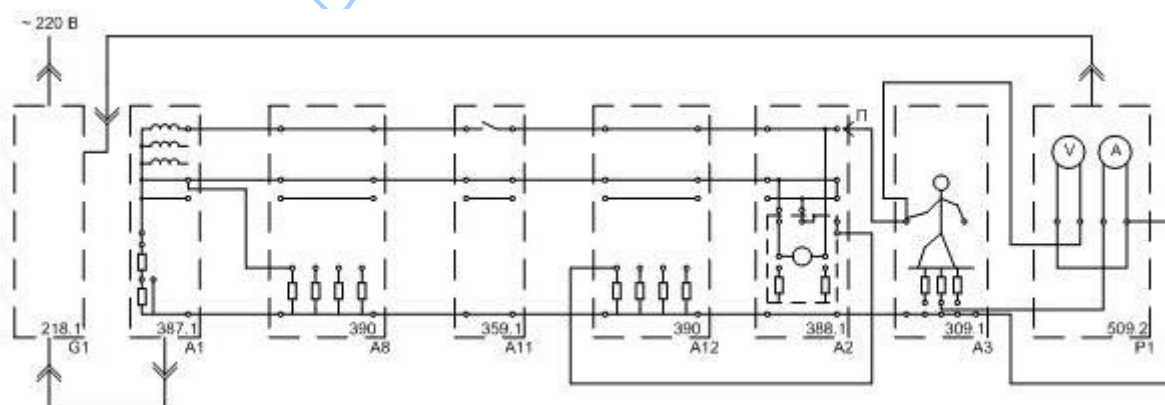
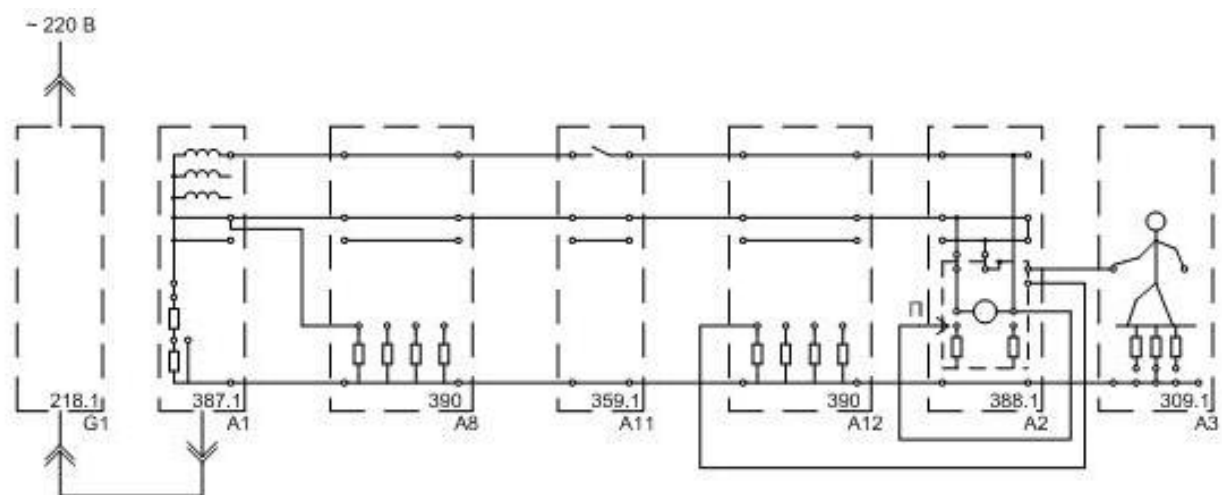


Рисунок 3.2 – Схема для подтверждения отсутствия защиты при прямом прикосновении человека к частям, находящимся под напряжением

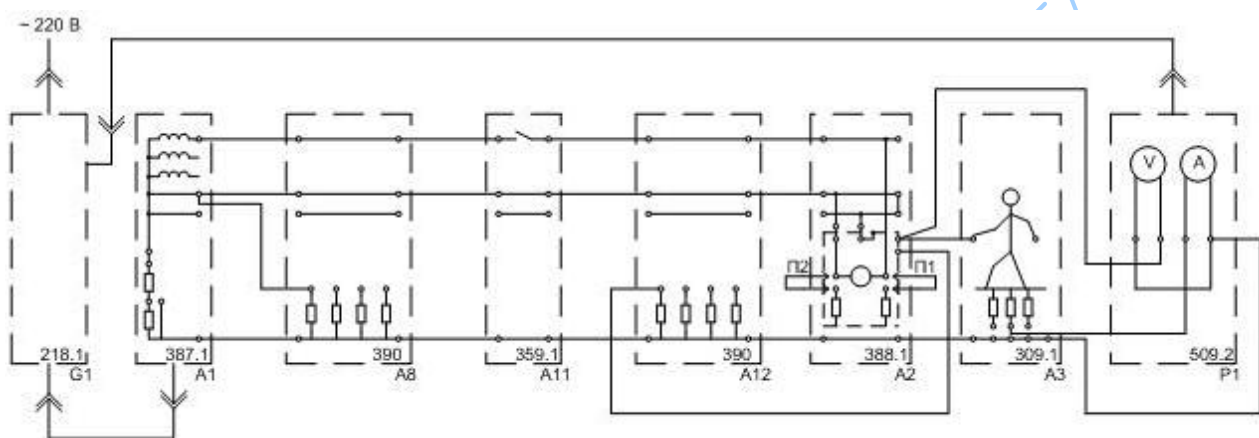
- Отключить(если включен) выключатель «ПИТАНИЕ» модели А1 питающей электрической сети.
- Включить автоматические выключатели и устройство защитного отключения в однофазном источнике питания G1.
- Включить выключатель «СЕТЬ» блока мультиметров Р1.
- Активизируйте используемые мультиметры.
- Включить выключатель «ПИТАНИЕ» модели А1.
- Включить автоматический выключатель А11. При этом должна загореться индикаторная лампа модели электроприемника А2.
- Вставьте конец проводника «П», в гнездо фазы «L» электроприемника А2, как это показано на рисунке 3.2.
- С помощью амперметра и вольтметра блока мультиметров Р1 измерьте ток через тело человека и напряжение прикосновения.
- По завершении эксперимента Отключитьавтоматические выключатели однофазного источника питания G1 и А11, а также - выключатель «ПИТАНИЕ» питающей электрической сети А1.
- По величине измеренного тока через тело человека сделайте вывод о наличии или отсутствии защиты при прямом прикосновении человека к частям, находящимся под напряжением.
- Вид обуви человека и тип пола, на котором он стоит, можно варьировать, проводя эксперименты с другими сопротивлениями стеканию тока с ног человека в землю.

Работа защиты при повреждении основной изоляции электроприемника класса I

- Убедитесь, что устройства, используемые в эксперименте, отключены от сети электропитания.
- Соединить аппаратуру в соответствии со схемой электрической соединений, приведенной на рисунке 3.3, а.



а)



б)

а) уменьшении сопротивления изоляции фазы до 15 Ом или – нулевого провода до 10 Ом; б) уменьшении сопротивления изоляции фазы до 10 Ом

Рисунок 3.3 – Схема для моделирования работы при повреждении рабочей изоляции электроприемника класса I

- Отключить(если включен) выключатель «ПИТАНИЕ» модели A1 питающей электрической сети.
- Включить автоматические выключатели и устройство защитного отключения в однофазном источнике питания G1.
- Включить выключатель «СЕТЬ» блока мультиметров P1.
- Активизируйте используемые мультиметры.
- Включить выключатель «ПИТАНИЕ» модели A1.

- Включить автоматический выключатель A11. При этом должна загореться индикаторная лампа модели электроприемника A2.
- Смоделируйте повреждение основной изоляции электроприемника втыканием перемычки «П1» или «П2», в гнезда электроприемника A2, как это показано на рисунке 3.3, а.
- С помощью амперметра и вольтметра блока мультиметров Р1 измерьте ток через тело человека и напряжение прикосновения. По величине тока судите о наличии или отсутствии защиты при повреждении основной изоляции электроприемника.
- Отключить выключатель «ПИТАНИЕ» модели A1.
- Соединить аппаратуру в соответствии со схемой электрической соединений, приведенной на рисунке 3.3, б.
- Включить выключатель «ПИТАНИЕ» модели A1.
- Смоделируйте повреждение основной изоляции электроприемника втыканием конца проводника «П», в гнездо электроприемника A2, как это показано на рисунке 3.3, б. При этом должен отключиться автоматический выключатель A11 подтверждая, тем самым, действие защиты.
- По завершении эксперимента Отключить автоматические выключатели однофазного источника питания G1 и A11, а также - выключатель «ПИТАНИЕ» питающей электрической сети A1.
- Вид обуви человека и тип пола, на котором он стоит, можно варьировать, проводя эксперименты с другими сопротивлениями стеканию тока с ног человека в землю.

Контрольные вопросы

1. Основные и дополнительные защитные средства в электроустановках до и выше 1000 В?
2. Что называется наведенным напряжением?
3. Кому присваивается 1 квалификационная группа по электробезопасности?

4. В каком случае возможно быть применено сверхнизкое (малое) напряжение в электроустановках до 1 киловольта для защиты от поражения электрическим током?

5. Каким образом производится присоединение заземляющих проводников к заземлителю и заземляющим конструкциям?

6. В каком случае элемент заземлителя должен быть заземлен?

7. Какие средства защиты относятся к основным изолирующим электрозащитным средствам для электроустановок напряжением до 1000 В.?

8. Какие средства защиты относятся к дополнительным изолирующим электрозащитным средствам для электроустановок напряжением выше 1000 В.?

9. В каких электроустановках можно использовать контрольные лампы в качестве указателей напряжения?

10. Можно ли использовать средства защиты с истекшим сроком годности?

11. Для чего предназначены стационарные сигнализаторы наличия напряжения?

12. В каком максимальном радиусе от места касания земли электрическим проводом можно попасть под «шаговое» напряжение?

13. Что Вы возможное сказать о защите проводов?

Лабораторная работа № 4

Тема: Защита человека от поражения электрическим током в электроустановках до 1000 В с системой заземления TN-C при изолированных от земли корпусах электроприемников

Цель работы: изучить опытным путем защиту человека от поражения электрическим током с системой заземления TN-C при изолированных от земли корпусах электроприемников.

Общие положения

Сопротивление тела человека изменяется в широких пределах в зависимости от состояния кожи (сухая, влажная, чистая, поврежденная и т. п.), плотности и площади контакта, времени воздействия тока и др. Реальное сопротивление тела человека возможно быть от 1000 до 100 000 Ом. Для расчетов по электробезопасности принимают величину, равную 1000 Ом.

Необходимый перечень аппаратуры для выполнения лабораторной работы

Обозначение	Наименование	Параметры
G1	Однофазный источник питания	~ 220 В / 16 А
A1	Модель питающей электрической сети	~ 220 В / 50 ВА
A2	Модель электроприемника с рабочей изоляцией	~ 220 В
A3	Модель человека	~ 220 В / 1 кОм
A5	Устройство защитного отключения	~ 220 В / 16 А / 10 мА
A8	Модель заземлителя	~ 220 В / 2, 10, 100, 10000 Ом
A11	Автоматический однополюсный выключатель	~ 220 В / 0,5 А

Порядок выполнения работы

Работа защиты при прямом прикосновении человека к частям, находящимся под напряжением

- Убедитесь, что устройства, используемые в эксперименте, отключены от сети электропитания.
- Соединить аппаратуру в соответствии со схемой электрической соединений, приведенной на рисунке 4.1.

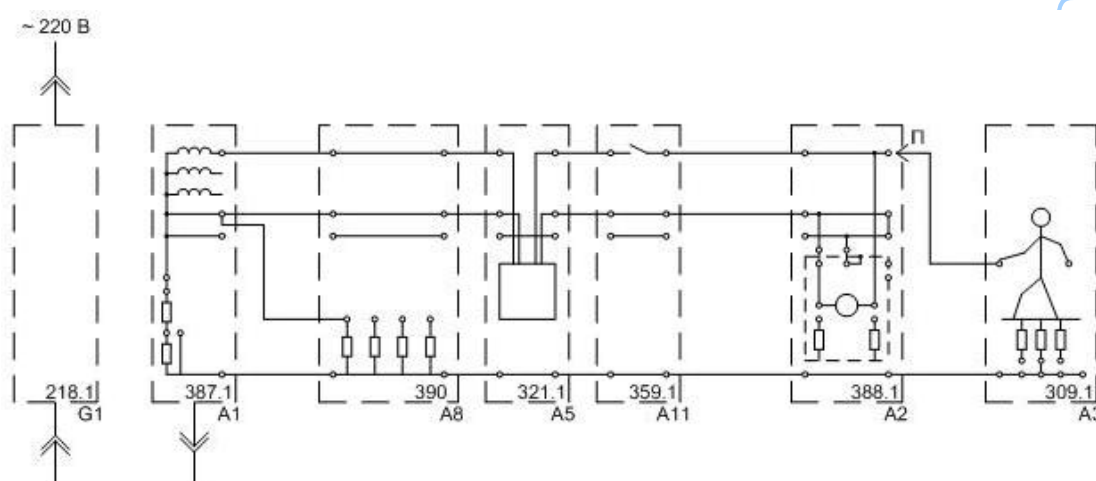


Рисунок 4.1 – Схема для выявления действия защиты при прямом прикосновении человека к частям, находящимся под напряжением

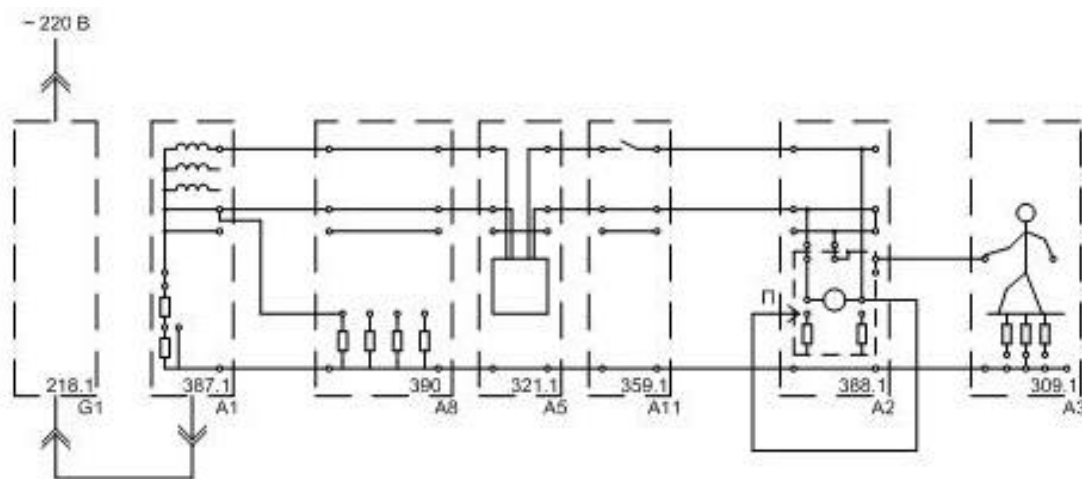
- Отключить(если включен) выключатель «ПИТАНИЕ» модели A1 питающей электрической сети.
- Включить автоматические выключатели и устройство защитного отключения в однофазном источнике питания G1.
- Включить устройство защитного отключения A5.
- Включить выключатель «ПИТАНИЕ» модели A1.
- Включить автоматический выключатель A11. При этом должна загореться индикаторная лампа модели электроприемника A2.
- Смоделируйте прямое прикосновение человека к частям, находящимся под напряжением, втыканием конца проводника «П», в гнездо фазы «L» электроприемника A2, как это показано на рисунке 4.1. При этом должно

отключиться устройство защитного отключения А5, подтверждая, тем самым, действие защиты.

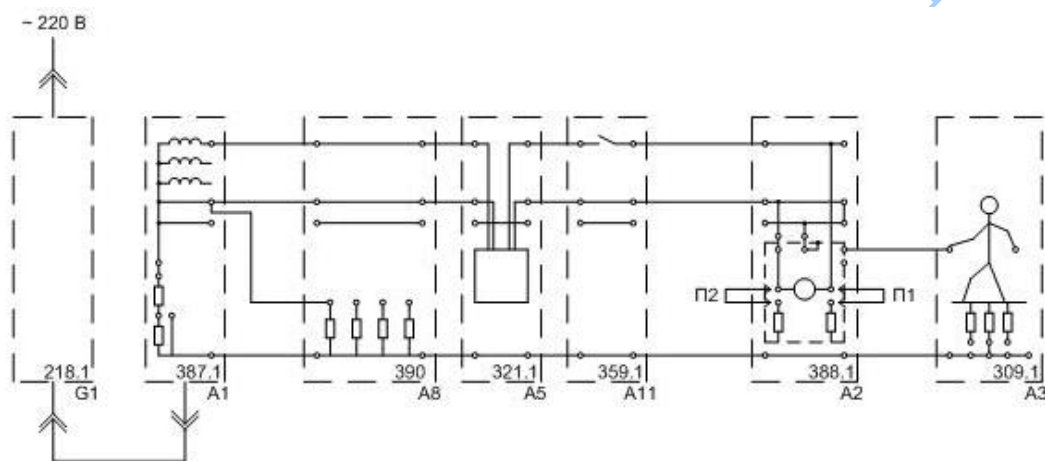
- По завершении эксперимента Отключить автоматические выключатели однофазного источника питания G1 и A11, а также - выключатель «ПИТАНИЕ» питающей электрической сети A1.
- Вид обуви человека и тип пола, на котором он стоит, можно варьировать, проводя эксперименты с другими сопротивлениями стеканию тока с ног человека в землю.

Работа защиты при повреждении основной изоляции электроприемника класса I

- Убедитесь, что устройства, используемые в эксперименте, отключены от сети электропитания.
- Соединить аппаратуру в соответствии со схемой электрической соединений, приведенной на рисунке 4.2, а.
- Отключить (если включен) выключатель «ПИТАНИЕ» модели A1 питающей электрической сети.
- Включить автоматические выключатели и устройство защитного отключения в однофазном источнике питания G1.
- Включить устройство защитного отключения А5.
- Включить выключатель «ПИТАНИЕ» модели A1.
- Включить автоматический выключатель A11. При этом должна загореться индикаторная лампа модели электроприемника A2.
- Смоделируйте повреждение основной изоляции электроприемника втыканием перемычки «П1» или «П2», в гнезда электроприемника A2, как это показано на рисунке 4.2, а. При этом должно отключиться устройство защитного отключения А5, подтверждая, тем самым, действие защиты.
- Отключить выключатель «ПИТАНИЕ» модели A1.
- Соединить аппаратуру в соответствии со схемой электрической соединений, приведенной на рисунке 4.2, б.



а)



б)

а) снижении сопротивления изоляции фазы до 15 Ом или – нулевого провода до 10 Ом; б) снижении сопротивления изоляции фазы до 10 Ом;

Рисунок 4.2 – Схема для выявления действия защиты при повреждении рабочей изоляции электроприемника класса I

- Включить выключатель «ПИТАНИЕ» модели A1.
- Включить устройство защитного отключения A5.
- Смоделируйте повреждение основной изоляции электроприемника втыканием конца проводника «П», в гнездо электроприемника A2, как это показано на рисунке 4.2, б. При этом должен отключиться автоматический

выключатель A11 или устройство защитного отключения A5 подтверждая, тем самым, действие защиты.

- По завершении эксперимента Отключить автоматические выключатели однофазного источника питания G1 и A11, а также - выключатель «ПИТАНИЕ» питающей электрической сети A1.
- Вид обуви человека и тип пола, на котором он стоит, можно варьировать, проводя эксперименты с другими сопротивлениями стеканию тока с ног человека в землю.

Контрольные вопросы

1. Что такое основная изоляция?
2. В течении какого времени должен обеспечиваться непосредственный контакт указателя напряжения с контролируруемыми токоведущими частями при проверке отсутствия напряжения в электроустановках напряжением до 1000 В.?
3. Какие средства защиты относятся к основным изолирующим электрозащитным средствам для электроустановок напряжением до 1000 В.?
4. Какие средства защиты относятся к основным изолирующим электрозащитным средствам для электроустановок напряжением выше 1000В.?
5. Каковы признаки неисправности штепсельного соединения (узла вилка-розетка)?
6. Какое количество указателей напряжения для проверки совпадения фаз должна иметь при себе бригада, обслуживающая кабельные линии?
7. Какое действие является неприменимым при оказании первой помощи в случаях термических ожогов с повреждением целостности кожи и ожоговых пузырей?

Список использованной литературы

1. Волощенко, А.Е. Безопасность жизнедеятельности / Волощенко А.Е., Прокопенко Н.А., Косолапова Н.В.; Под ред. Арустамова Э.А., - 20-е изд., перераб. и доп. - М.: Дашков и К, 2018. - 448 с.
2. Горбунова, Л.Н. Безопасность жизнедеятельности: Учебное пособие / Горбунова Л.Н., Батов Н.С. - Краснояр.:СФУ, 2017. - 546 с.: Режим доступа: <http://znanium.com/catalog/product/978775>
3. Петров, С.В. Безопасность жизнедеятельности: Учебное пособие / Петров С.В. - М.:УМЦ ЖДТ, 2015. - 319 с.
4. Привалов, Е.Е. Электробезопасность: Учебное пособие / Привалов Е.Е., Ефанов А.В., Ястребов С.С. - Ставрополь:СтГАУ - "Параграф", 2018. - 168 с
5. Привалов, Е.Е. Электробезопасность работников электрических сетей: Учебное пособие / Привалов Е.Е., Ефанов А.В., Ястребов С.С. - Ставрополь:СтГАУ - "Параграф", 2018. - 296 с.
6. Привалов, Е.Е. Электробезопасность. Ч. I. Влияние электрического тока и электромагнитного поля на человека [Электронный ресурс] : В 3-х ч.: учебное пособие. – Ставрополь, 2013. – 132 с.
7. Привалов, Е.Е. Электробезопасность. Ч. II. Заземление электроустановок [Электронный ресурс] : В 3-х ч.: учебное пособие / Е.Е. Привалов. – Ставрополь, 2013. – 140 с.
8. Привалов, Е.Е. Электробезопасность. Ч. III. Защита от напряжения прикосновения и шага [Электронный ресурс] : В 3-х ч.: учебное пособие / Е. Е. Привалов. – Ставрополь, 2013. – 156 с.
9. Холостова, Е.И. Безопасность жизнедеятельности / Холостова Е.И., Прохорова О.Г. - М.: Дашков и К, 2017. - 456 с.

Для заметок

Kazan State Agrarian University