

Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А.»

Филиал федерального государственного бюджетного образовательного
учреждения высшего образования
«Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А.»
в г. Петровске

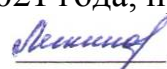
УТВЕРЖДАЮ
Директор филиала СГТУ
имени Гагарина Ю.А. в г.Петровске
Е.А.Бесшапошникова
«30» июня 2021 г.



МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ

по междисциплинарному курсу
МДК.04.01 «Безопасность работ при эксплуатации и ремонте
оборудования устройств электроснабжения»

специальности
13.02.07 «Электроснабжение (по отраслям)»

Методические указания рассмотрены
на заседании предметной (цикловой)
комиссии общепрофессиональных дисциплин,
профессиональных модулей специальностей
технического профиля
«14» июня 2021 года, протокол № 13
Председатель ПЦК  /Т.А.Лескина/

Петровск 2021

Пояснительная записка.

Методические указания по выполнению лабораторных работ разработаны в соответствии с рабочей программой профессионального модуля ПМ.04 «Обеспечение безопасности работ при эксплуатации и ремонте оборудования электрических подстанций и сетей», Федерального государственного образовательного стандарта (далее – ФГОС) по специальности среднего профессионального образования (далее – СПО) 13.02.07 Электроснабжение (по отраслям), утвержденного приказом Министерства образования и науки РФ от 14.12.2017 № 1216 и соответствующих общих (ОК) и профессиональных (ПК) компетенций:

- ОК 01 Выбирать способы решения задач профессиональной деятельности, применительно к различным контекстам.
- ОК 02 Осуществлять поиск, анализ и интерпретацию информации, необходимой для выполнения задач профессиональной деятельности.
- ОК 03 Планировать и реализовывать собственное профессиональное и личностное развитие.
- ОК 04 Работать в коллективе и команде, эффективно взаимодействовать с коллегами, руководством, клиентами.
- ОК 05 Осуществлять устную и письменную коммуникацию на государственном языке Российской Федерации с учетом особенностей социального и культурного контекста
- ОК 06 Проявлять гражданско-патриотическую позицию, демонстрировать осознанное поведение на основе традиционных общечеловеческих ценностей.
- ОК 07 Содействовать сохранению окружающей среды, ресурсосбережению, эффективно действовать в чрезвычайных ситуациях.
- ОК 08 Использовать средства физической культуры для сохранения и укрепления здоровья в процессе профессиональной деятельности и поддержания необходимого уровня физической подготовленности.
- ОК 09 Использовать информационные технологии в профессиональной деятельности.
- ОК 10 Пользоваться профессиональной документацией на государственном и иностранном языках.
- ОК 11 Использовать знания по финансовой грамотности, планировать предпринимательскую деятельность в профессиональной сфере.
- ПК 4.1 Обеспечивать безопасное производство плановых и аварийных работ в электрических установках и сетях.
- ПК 4.2 Оформлять документацию по охране труда и электробезопасности при эксплуатации и ремонте электрических установок и сетей.

Изучение профессионального модуля направлено на освоение основного вида деятельности «Обеспечение безопасности работ при эксплуатации и ремонте оборудования электрических подстанций и сетей».

При выполнении лабораторных работ студент должен **уметь:**

- обеспечивать безопасные условия труда при производстве работ в электроустановках и электрических сетях при плановых и аварийных работах;
- заполнять наряды, наряды-допуски, оперативные журналы проверки знаний по охране труда;
- выполнять расчеты заземляющих устройств и грозозащиты;

При выполнении лабораторных работ студент должен **знать:**

- правила безопасного производства отдельных видов работ в электроустановках и электрических сетях;
- перечень документов, оформляемых для обеспечения безопасности производства работ в электроустановках и на линиях электропередачи.

Содержание лабораторных занятий определено рабочей программой и тематическим планированием, соответствует теоретическому материалу изучаемых разделов междисциплинарного курса.

Объем лабораторных занятий определяется учебным планом по данной специальности.

Продолжительность лабораторного занятия - 2 академических часа. Перед проведением лабораторного занятия преподавателем организуется инструктаж, а по ее окончании – обсуждение итогов.

Комплект методических указаний по выполнению лабораторных работ междисциплинарного курса содержит 5 лабораторных занятия.

ПЕРЕЧЕНЬ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ

МДК.04.01 Безопасность работ при эксплуатации и ремонте оборудования
электрических подстанций и сетей

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №1

Тема: Действие защитного зануления

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №2

Тема: Действие защитного зануления

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №3

Тема: Действие защитного зануления

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №4

Тема: Действие защитного заземления

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №5

Тема: Действие защитного заземления

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №1

Тема: Действие защитного зануления

Цель работы: исследовать эффективность действия зануления в трехфазной четырехпроводной сети с глухозаземленной нейтралью.

Справочный материал:

Зануление – это преднамеренное электрическое соединение с нулевым защитным проводником корпуса и других металлических нетоковедущих частей электроустановки, которые могут оказаться под напряжением (рис. 3).

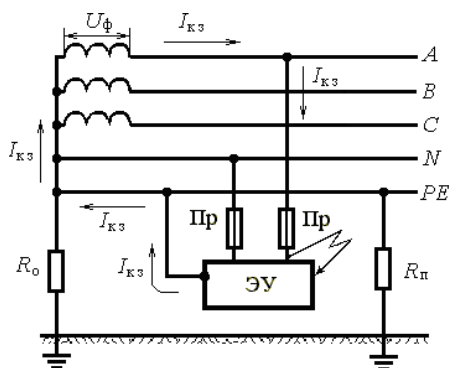


Рис. 3. Принципиальная схема зануления

Нулевым защитным проводником PE называется проводник, соединяющий зануляемые части, например, корпус электроустановки с глухозаземленной нейтралью сети.

Глухозаземленной нейтралью называется нейтральная точка обмотки источника тока (трехфазного генератора или трансформатора), присоединенная к заземлителю непосредственно или через малое сопротивление R_0 .

Нулевой защитный проводник следует отличать от нулевого провода N, который также соединен с глухозаземленной нейтралью, но предназначен для питания током электрооборудования.

Зануление применяется для устранения опасности поражения током в случае прикосновения к металлическим нетоковедущим частям электроустановок, оказавшимся под напряжением вследствие замыкания на корпус.

Замыкание на корпус – случайное электрическое соединение токоведущей части с металлическими нетоковедущими частями электроустановки.

Основная причина замыкания на корпус – повреждение электрической изоляции токоведущих частей, находящихся под напряжением

Ход работы: описать действие защитного зануления, ответить на контрольные вопросы.

Контрольные вопросы:

Что такое зануление? В каких электрических сетях оно применяется?

Что называется нулевым защитным проводником? Чем нулевой провод отличается от нулевого защитного проводника?

Каково назначение нулевого защитного проводника?

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №2

Тема: Действие защитного зануления

Цель работы: исследовать эффективность действия зануления в трехфазной четырехпроводной сети с глухозаземленной нейтралью.

Справочный материал:

Принцип действия зануления – превращение замыкания на корпус в однофазное короткое замыкание между фазой и нулевым защитным проводником, в результате чего срабатывает максимальная токовая защита – плавкие предохранители или автоматические выключатели, и обеспечивается автоматическое отключение поврежденной установки от питающей сети.

Назначение нулевого защитного проводника – создание электрической цепи с малым сопротивлением, чтобы ток короткого замыкания $I_{кз}$ был достаточно большим для быстрого срабатывания защиты. Согласно указаниям Правил устройства электроустановок (ПУЭ) ток короткого замыкания должен быть не менее чем в 3 раза больше номинального тока плавкой вставки предохранителя или расцепителя автоматического выключателя.

Скорость отключения электроустановки с момента появления напряжения на корпусе составляет 5 – 7 с при защите электроустановки плавкими предохранителями и 1 – 2 с при защите автоматическими выключателями.

Для уменьшения опасности поражения током, возникающей в случае обрыва нулевого защитного проводника РЕ и замыкании фазы на корпус установки за местом обрыва, нулевой защитный проводник должен иметь повторное заземление $R_{п}$.

Ход работы: описать действие защитного зануления, ответить на контрольные вопросы.

Контрольные вопросы:

Каков будет путь тока в случае замыкания на корпус зануленной электроустановки?

Какой фактор определяет скорость срабатывания защиты? Какой величины этот фактор должен быть согласно требованиям ПУЭ?

С учетом результатов проведенных исследований назовите факторы, от которых зависит эффективность действия зануления

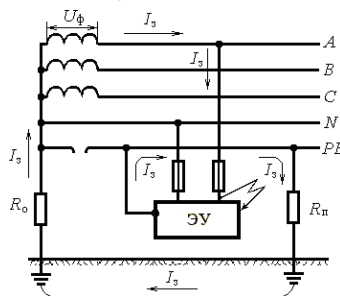
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №3

Тема: Действие защитного зануления

Цель работы: исследовать эффективность действия зануления в трехфазной четырехпроводной сети с глухозаземленной нейтралью.

Справочный материал:

При случайном обрыве нулевого защитного проводника и замыкании фазы на корпус установки за местом обрыва отсутствие повторного заземления приведет к тому, что корпуса всех установок за местом обрыва окажутся



под напряжением относительно земли равным фазному напряжению сети U_ϕ . Это напряжение, опасное для человека, будет существовать длительное время, поскольку поврежденная установка автоматически не отключится и ее будет трудно обнаружить среди исправных, чтобы отключить вручную.

Если же нулевой защитный проводник будет повторно заземлен, то при его обрыве сохранится цепь тока через землю, в результате чего напряжение зануленных корпусов электроустановок, находящихся за местом обрыва, снизится приблизительно до $0,5 U_\phi$. Следовательно, повторное заземление значительно уменьшает опасность поражения током при обрыве нулевого защитного проводника, но не может устранить ее полностью.

В связи с этим требуется тщательная прокладка нулевого защитного проводника, чтобы исключить возможность его обрыва по любой причине. Поэтому в нулевом защитном проводнике запрещается ставить предохранители, рубильники и другие приборы, которые могут нарушить его целостность.

Ход работы: рассмотреть схему и выполнить ее анализ, ответить на контрольные вопросы

Контрольные вопросы:

В каком случае зануление устраняет опасность поражения током?

Что такое замыкание на корпус электроустановки? Какова основная причина замыкания на корпус? В случае замыкания на корпус и отсутствия зануления под каким напряжением может оказаться человек, прикоснувшись к корпусу?

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №4

Тема: Действие защитного заземления

Цель работы: исследовать эффективность действия зануления в трехфазной четырехпроводной сети с глухозаземленной нейтралью.

Справочный материал:

Электрический ток — направленное (упорядоченное) движение электронов.

Электрический ток характеризуется четырьмя параметрами: силой тока, напряжением, частотой и мощностью. Для измерения параметров электрического тока используют амперметр, вольтметр, частотомер и ваттметр, или же мультиметр, способный измерять различные параметры тока.

Электрический ток, проходя через тело человека, оказывает термическое, биологическое, механическое, динамическое и электролитическое воздействие. Биологическое воздействие заключается в способности тока раздражать и возбуждать живые ткани организма, термическое - в его способности вызывать ожоги отдельных участков тела и нагрев до высоких температур других органов, электролитическое - в электролизе органических жидкостей и нарушении их физико-химического состава, а механическое приводит к судорожному сокращению мышц и разрыву тканей.

Допустимые для человека токи оцениваются по трем критериям электробезопасности. Первый критерий - ощутимый ток, который не вызывает нарушений деятельности организма и допускается для длительного (не более 10 минут в сутки) протекания через тело человека при нормальном (неаварийном) режиме электроустановки. Для переменного тока частотой 50 Гц сила его составляет 0,3 мА, а для постоянного - 1 мА (ГОСТ 12.1.038-82). В качестве второго критерия принимают отпускающий ток. Действие его на человека допустимо при длительности протекания более 1 секунды. Сила отпускающего тока для переменного тока 6 мА, для постоянного - 15 мА. Третьим критерием является фибрилляционный ток, не превосходящий пороговый фибрилляционный ток и действующий кратковременно (до 1 с). Предельно допустимые уровни переменных токов частотой 50 Гц при аварийном режиме производственных электроустановок напряжением до 1000 В с заземленной или изолированной нейтралью и выше 1000 В с изолированной нейтралью не должны превышать значений, указанных в ГОСТ 12.1.038-82 с изм. от 01.07.88.

Защитное заземление — преднамеренное электрическое соединение с землей или ее эквивалентом металлических нетоковедущих частей электрического и технологического оборудования, которые могут оказаться под напряжением.

Ход работы: выполнить задание, ответить на контрольные вопросы.

Дано:

$$S_{11} R_{32}=10 \text{ Ом}$$

$$S_{18} R_A=R_B=R_C=R_N=15 \text{ кОм} - \text{активное сопротивление изоляции}$$

$$S_{19} R_n=4 \text{ Ом}$$

$$S_{16} R_{\text{пер}} = 0,5 \text{ Ом}$$

$$S_6 R_{\text{pe}}=0,1 \text{ Ом}$$

Задание 1

Оценка эффективности действия защитного заземления в сети
с изолированной нейтралью

а) без замыкания корпуса 2

Напряжение	Значение	Примечание
$U_{x8-x2}, \text{ В}$	194,4	Напряжение корпуса 2 относительно земли
$U_{x15-x2}, \text{ В}$	224	Напряжения фазных проводов относительно земли
$U_{x14-x2}, \text{ В}$	149,1	
$U_{x13-x2}, \text{ В}$	301	

Контрольные вопросы:

Что такое защитное заземление? Какова область его применения?

Что такое замыкание на корпус электроустановки? Какова основная причина замыкания на корпус?

В каком случае и насколько может стать опасным прикосновение человека к корпусу изолированной от земли электроустановки?

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №5

Тема: Действие защитного заземления

Цель работы: исследовать эффективность действия зануления в трехфазной четырехпроводной сети с глухозаземленной нейтралью.

Справочный материал:

Заземление электроустановки — преднамеренное электрическое соединение ее корпуса с заземляющим устройством.

Заземление электроустановок бывает двух типов: защитное заземление и зануление, которые имеют одно и тоже назначение - защитить человека от поражения электрическим током, если он прикоснулся к корпусу электроустановки или других ее частей, которые оказались под напряжением.

Защитное заземление - преднамеренное электрическое соединение части электроустановки с заземляющим устройством с целью обеспечения электробезопасности. Предназначено для защиты человека от прикосновения к корпусу электроустановки или других ее частей, оказавшихся под напряжением. Чем ниже сопротивление заземляющего устройства, тем лучше. Чтобы воспользоваться преимуществами заземления, надо купить розетки с заземляющим контактом. В случае возникновения пробоя изоляции между фазой и корпусом электроустановки корпус ее может оказаться под напряжением. Если к корпусу в это время прикоснулся человек - ток, проходящий через человека, не представляет опасности, потому что его основная часть потечет по защитному заземлению, которое обладает очень низким сопротивлением. Защитное заземление состоит из заземлителя и заземляющих проводников. Есть два вида заземлителей — естественные и искусственные. К естественным заземлителям относятся металлические конструкции зданий, надежно соединенные с землей. В качестве искусственных заземлителей используют стальные трубы, стержни или уголок, длиной не менее 2,5 м, забитых в землю и соединенных друг с другом стальными полосами или приваренной проволокой. В качестве заземляющих проводников, соединяющих заземлитель с заземляющими приборами, обычно используют стальные или медные шины, которые либо приваривают к корпусам машин, либо соединяют с ними болтами. Защитному заземлению подлежат металлические корпуса электрических машин, трансформаторов, щиты, шкафы. Защитное заземление значительно снижает напряжение, под которое может попасть человек. Это объясняется тем, что проводники заземления, сам заземлитель и земля имеют некоторое сопротивление. При повреждении изоляции ток замыкания протекает по корпусу электроустановки, заземлителю и далее по земле к нейтрали трансформатора, вызывая на их сопротивлении падение напряжения, которое хотя и меньше 220 В, но может быть ощутимо для человека. Для уменьшения этого напряжения необходимо принять меры к снижению сопротивления заземлителя относительно земли, например, увеличить количество искусственных заземлителей.

Ход работы: выполнить задание, ответить на контрольные вопросы.

Дано:

$$S_{11} R_{32} = 10 \text{ Ом}$$

$$S_{18} R_A = R_B = R_C = R_N = 15 \text{ кОм} - \text{активное сопротивление изоляции}$$

$$S_{19} R_n = 4 \text{ Ом}$$

$$S_{16} R_{\text{пер}} = 0,5 \text{ Ом}$$

$$S_6 R_{\text{ре}} = 0,1 \text{ Ом}$$

Задание 1

Оценка эффективности действия защитного заземления в сети
с изолированной нейтралью

б) с замыканием корпуса 2

Параметр	Значение	Примечание
$U_{x8-x2}, \text{ В}$	52,3	Напряжение корпуса 2 относительно земли
$U_{x15-x2}, \text{ В}$	335	Напряжения фазных проводов относительно земли
$U_{x14-x2}, \text{ В}$	52,3	
$U_{x13-x2}, \text{ В}$	332	
$U_{x9-x8}, \text{ В}$	0,009	Напряжения прикосновения при различных расстояниях до заземлителя
$U_{x6-x8}, \text{ В}$	35,2	
$U_{x5-x8}, \text{ В}$	52,6	
$I_{\text{замыкания}}, \text{ А}$	29,5	Ток замыкания

Контрольные вопросы:

При замыкании фазы на корпус заземленной установки от чего зависит величина напряжения прикосновения?

Повысится ли безопасность при увеличении сопротивления защитного заземления?

При какой минимальной величине напряжения переменного тока во всех случаях следует выполнять защитное заземление?

Информационное обеспечение обучения

Печатные и электронные издания

Основные печатные издания:

1. Безопасное обслуживание оборудования электрических подстанций и сетей : учебное пособие / Е. Е. Привалов, А. В. Ефанов, С. С. Ястребов, В. А. Ярош ; под редакцией Е. Е. Привалова. — Ставрополь : Параграф, 2020. — 173 с. — Текст : электронный // Электронный ресурс цифровой образовательной среды СПО PROФобразование : [сайт]. — URL: <https://profspo.ru/books/109368>

2. Безопасность работ при эксплуатации оборудования электрических подстанций и сетей : учебное пособие / Е. Е. Привалов, А. В. Ефанов, С. С. Ястребов, В. А. Ярош ; под редакцией Е. Е. Привалова. — Ставрополь : Параграф, 2020. — 175 с. — Текст : электронный // Электронный ресурс цифровой образовательной среды СПО PROФобразование : [сайт]. — URL: <https://profspo.ru/books/109370>

3. Безопасность работников систем электроснабжения в вопросах и ответах : учебное пособие / Е. Е. Привалов, А. В. Ефанов, С. С. Ястребов, В. А. Ярош ; под редакцией Е. Е. Привалова. — Ставрополь : Параграф, 2020. — 174 с. — Текст : электронный // Электронный ресурс цифровой образовательной среды СПО PROФобразование : [сайт]. — URL: <https://profspo.ru/books/109371>

Дополнительные учебные издания:

4. Меры безопасности при работах на оборудовании электрических подстанций и сетей : учебное пособие / Е. Е. Привалов, А. В. Ефанов, С. С. Ястребов, В. А. Ярош ; под редакцией Е. Е. Привалова. — Ставрополь : Параграф, 2020. — 315 с. — Текст : электронный // Электронный ресурс цифровой образовательной среды СПО PROФобразование : [сайт]. — URL: <https://profspo.ru/books/109390>

Интернет ресурсы:

5. <http://www.minenergo.com/> Министерство энергетики Российской Федерации
6. <http://eprussia.ru/lib/> Энергетика и промышленность России
7. <http://forca.ru/> Энергетика, оборудование, документация

Электронно-библиотечная систем

8. ЭБС «elibrary», ООО «РУНЭБ»
9. ЭБС «IPRbooks», ООО «Ай Пи Ар Медиа»
10. ЭБС «Лань», ООО «Издательство Лань»
11. ЭБС «PROФобразование»
12. ЭБС «Book.ru»