

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

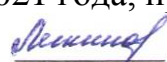
УТВЕРЖДАЮ  
Директор филиала СГТУ  
имени Гагарина Ю.А. в г.Петровске  
Е.А.Бесшапошникова  
«30» июня 2021 г.



## МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ

по междисциплинарному курсу  
МДК. 02.01 «Устройство и техническое обслуживание электрических подстанций»

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.02 «Техническое обслуживание 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 2.1. Читать и составлять электрические схемы электрических подстанций и сетей;

ПК 2.2. Выполнять основные виды работ по обслуживанию трансформаторов и преобразователей электрической энергии;

ПК 2.3. Выполнять основные виды работ по обслуживанию оборудования распределительных устройств электроустановок, систем релейных защит и автоматизированных систем;

ПК 2.5. Разрабатывать и оформлять технологическую и отчетную документацию.

Изучение профессионального модуля направлено на освоение основного вида деятельности «Техническое обслуживание оборудования электрических подстанций и сетей».

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

- разрабатывать электрические схемы устройств электрических подстанций и сетей;
- вносить изменения в принципиальные схемы при замене приборов аппаратуры распределительных устройств;
- обеспечивать выполнение работ по обслуживанию трансформаторов и преобразователей электрической энергии;
- обеспечивать проведение работ по обслуживанию оборудования распределительных устройств электроустановок;
- контролировать состояние воздушных и кабельных линий, организовывать и проводить работы по их техническому обслуживанию;
- использовать нормативную техническую документацию и инструкции;
- выполнять расчеты рабочих и аварийных режимов действующих электроустановок и выбирать оборудование;
- оформлять отчеты о проделанной работе;

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

- устройство оборудования электроустановок;
- условные графические обозначения элементов электрических схем;
- логику построения схем,
- типовые схемные решения, принципиальные схемы эксплуатируемых электроустановок;
- виды работ и технологию обслуживания трансформаторов и преобразователей;
- виды и технологии работ по обслуживанию оборудования распределительных устройств;
- эксплуатационно-технические основы линий электропередачи, виды и технологии работ по их обслуживанию;
- основные положения правил технической эксплуатации электроустановок;
- виды технологической и отчетной документации, порядок ее заполнения.

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

Объём 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 12 лабораторных занятия.

## **Перечень лабораторных работ**

МДК.02.01 Устройство и техническое обслуживание электрических подстанций

### **ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №1**

Тема: Выбор и проверка элементов оборудования подстанций в рабочих и аварийных режимах станций в рабочих и аварийных режимах

### **ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №2**

Тема: Составление плана выполнения работ по преобразователей электрической энергии;

### **ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №3**

Тема: Составление технологических карт по проведению очередных осмотров электрооборудования подстанций

### **ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №4**

Тема: Составление технологических карт по проведению очередных осмотров электрооборудования подстанций

### **ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №5**

Тема: Составление графика дежурств при различных методах обслуживания электроустановок

### **ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №6**

Тема: Составление графика дежурств при различных методах обслуживания электроустановок

### **ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №7**

Тема: Составление инструкций по техническому обслуживанию электрооборудования подстанций

### **ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №8**

Тема: Составление инструкций по техническому обслуживанию электрооборудования подстанций

### **ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №9**

Тема: Заполнение ведомости на хранение электрооборудования

### **ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №10**

Тема: Заполнение ведомости на хранение электрооборудования

### **ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №11**

Тема: Составление и оформление отчетов о проделанной работе по проведению планового осмотра электрооборудования.

### **ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №12**

Тема: Составление и оформление отчетов о проделанной работе по проведению планового осмотра электрооборудования.

## **ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №1**

**Тема:** Выбор и проверка элементов оборудования подстанций в рабочих и аварийных режимах станций в рабочих и аварийных режимах

**Цель работы:** научиться оформлять сопроводительной документации на производство работ в электроустановке.

**Оборудование и приборы:**

Мультимедийный проектор, электронные материалы.

**Справочный материал:**

Оперативный журнал должен быть пронумерован, прошнурован и скреплен печатью. На последней странице делается запись о количестве листов и ставится подпись руководителя подразделения. На лицевой стороне обложки журнала под названием «Оперативный журнал» указывается дата начала и окончания журнала.

Записи в оперативный журнал следует вносить в хронологическом порядке в соответствии с имеющимися графами. Между записями не должно быть незаполненных строк. Правильность ведения журнала ежемесячно проверяется руководителем подразделения, ежеквартально – руководителем дистанции электроснабжения. Заполненные журналы должны храниться в течение трех лет со дня последней записи.

Указания по заполнению заявки, приказа на подготовку рабочего места и на допуск к работе и на работу, а также уведомления приведены в Приложении 1.10.1.

**Исходные данные**

Вид оборудования, в отношении которого оформляется сопроводительная, задается преподавателем по вариантам.

Порядок выполнения работы

1. Записать исходные данные.

2. Перечислить организационные и технические мероприятия, обеспечивающие безопасное выполнение работы со снятием напряжения по варианту задания.

3. Заполнить бланк заявки, приказов и уведомлений по ходу выполнения работы

**Контрольные вопросы.**

1. Кто обязан вносить записи в оперативный журнал?

2. Какие записи обязательно вносятся в оперативный журнал?

3. Когда подается заявка на работу? Каково должно быть содержание заявки?

4. Чем отличается текст приказа на подготовку рабочего места от приказа на допуск к работе и на работу?

5. Что представляет собой уведомление?

## **ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №2**

**Тема:** Составление плана выполнения работ по преобразователей электрической энергии;

**Цель работы:** научиться оформлять и заполнять техническую документацию по результатам испытаний силового трансформатора.

**Оборудование и приборы:**

Мультимедийный проектор, электронные материалы.

**Справочный материал:**

Результаты проверки, испытаний и опробования электрооборудования в процессе наладочных работ оформляют в виде протокола или отчета.

Протокол является основным документом, по которому делается заключение о пригодности оборудования и возможности включения его в нормальную работу. С целью унификации, упрощения и сокращения времени, необходимого для оформления технической документации, сдаваемой в эксплуатацию, разрабатываются стандартные формы протоколов или отчетов, требующие заполнения лишь в процессе и после окончания работ.

**Исходные данные**

Бланк протокола силового трансформатора формы ЭУ-51, бланк протокола испытаний вводов силового трансформатора формы ЭУ-45.

**Порядок выполнения работы**

1. Перечислить условия выполнения работы.
2. Перечислить защитные средства, приборы, инструменты, приспособления и материалы, используемые при межремонтных испытаниях силовых трансформаторов.
3. Указать состав исполнителей.
4. Составить схему последовательности технологического процесса межремонтных испытаний силовых трансформаторов.
5. Дать описание одной или нескольких операций из состава межремонтных испытаний (задается преподавателем).
6. Сделать вывод по практической работе.
7. Ответить на контрольные вопросы.

**Контрольные вопросы.**

1. Какова цель проведения межремонтных испытаний силовых трансформаторов?
2. Каков порядок измерения сопротивления изоляции обмоток силового трансформатора? Как определить коэффициента б сорбции?
3. Как и с какой целью проводится испытания трансформаторного масла на пробой.
4. Как и с какой целью проводится хроматографический анализ трансформаторного масла?

## **ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №3**

**Тема:** Составление технологических карт по проведению очередных осмотров электрооборудования подстанций

**Цель работы:** Составление инструкций по техническому обслуживанию электрооборудования подстанций

**Справочный материал:**

Трансформаторное масло - электроизоляционный материал, теплоотводящая и дугогасящая среда, а также среда, защищающая твердую изоляцию от проникновения в нее влаги и воздуха).

В процессе эксплуатации свойства масла ухудшаются под влиянием повышенной температуры, кислорода воздуха, электрического поля, металлов и материалов твердой изоляции. Основным процессом, определяющим изменение свойств масла, является его окисление.

Методы регенерации трансформаторного масла приведены.

**Контрольные вопросы.**

1. Назовите назначение трансформаторного масла.
2. Какие изменения происходят с трансформаторным маслом в процессе эксплуатации?
3. Назовите методы исследования трансформаторного масла.

## ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №4

**Тема:** Составление технологических карт по проведению очередных осмотров электрооборудования подстанций

**Цель работы:** получение теоретических знаний и практических навыков в эффективности средств обеспечения электробезопасности при составлении актов обследований электроустановок.

**Задание:** произвести оформление Акт осмотра (обследования) электроустановки.

Электрический ток представляет значительную опасность, поэтому инженерно-техническим средствам безопасности, предназначенным для защиты работающих от поражения электрическим током, должно уделяться постоянное внимание.

Как показывает анализ, больше половины несчастных случаев, причиной которых является поражение электрическим током, происходит при соприкосновении работающих с открытыми токоведущими частями оборудования, находящимися под напряжением. Свыше 20 % несчастных случаев происходит в результате прикосновения к металлическим частям оборудования, оказавшимся под напряжением в результате повреждения изоляции, до 20 % — вследствие прикосновения к неметаллическим частям оборудования, оказавшимся под напряжением (прикосновение к токоведущим частям, покрытым изоляцией, которая потеряла свои изоляционные свойства, а

также касание токоведущих частей предметов с низким сопротивлением). Около 3 % несчастных случаев — результат соприкосновения с полом, стенами и конструктивными деталями помещений, оказавшихся под напряжением вследствие повреждения изоляции, до 2 % несчастных случаев — вследствие поражения электрической дугой.

Для защиты от поражения электрическим током предусматривают ряд обязательных мер: защиту при появлении напряжения на токоведущих частях электроустановок, обеспечение недоступности к токоведущим частям, обеспечение персонала электротехническими средствами защиты.

Защиту людей при появлении напряжения на металлических нетоковедущих частях электроустановок обеспечивают:

- устройство защитного заземления;
- устройство защитного зануления;
- устройство защитного отключения.

Для той же цели применяют пониженное (малое) напряжение. Недоступность к токоведущим частям электроустановок обеспечивают надёжной изоляцией, размещением этих частей на недоступной высоте, устройством ограждений.

Основными конструктивными частями системы защитного заземления являются следующие: заземлитель — группа металлических стержней-электродов, зарытых в землю, и заземляющие проводники, соединяющие нетоковедущие корпуса и другие части электроустановок с заземлителем. Для заземлителей применяют обычно стальные трубы диаметром 30 — 50 мм и длиной 2500 — 3000 мм. Заземляющие проводники делают из полосовой стали сечением не менее 4x12 мм и прокладывают в земле, а в помещениях — открыто по стенам.

Заземлению подлежат корпуса машин, каркасы, щиты управления, стальные трубы, электропроводки.

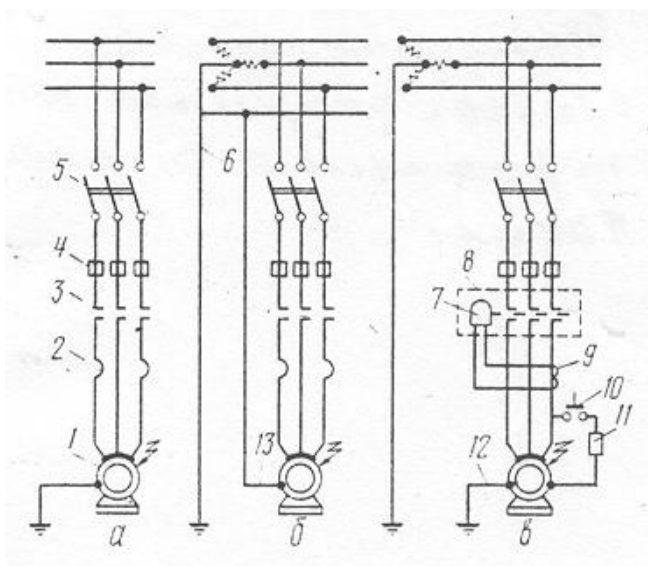


Рис. 5.1. Принципиальные схемы защиты от поражения электротоком.

а — защитное заземление; б — зануление; в — защитное отключение; 1 — электроустановка; 2 — тепловое реле; 3 — контакт магнитного пускателя; 4 — предохранители; 5 — трехполюсный низковольтный выключатель; 6 — нулевой защитный проводник; 7 — защитный выключатель; 8 — реле выключателя; 9 — обмотка реле; 10



— кнопка контроля; 11 — сопротивление; 12 — заземляющий проводник; 13 — проводник зануления.

Систему защитного заземления осматривают и проверяют вместе с общим осмотром электроустановок, а также после ремонта и монтажа, но не реже одного раза в год.

Защитное заземление следует отличать от рабочего заземления — соединения нейтральной точки или фазного провода электрической сети с землей через пробивные предохранители, разрядники, сопротивления.

Защитное зануление — это преднамеренное электрическое соединение металлических нетоковедущих частей электроустановок, которые могут оказаться под напряжением с заземленной точкой источника питания электроэнергией при помощи нулевого защитного проводника (рис. 5.1б). Зануление устраивают для электроустановок трехфазного тока в сети с заземленной нейтралью трансформатора.

Система зануления превращает пробой на корпус, возникающий при повреждении изоляции, в однофазное замыкание. Тогда в системе возникает ток, способный обеспечить быстрое срабатывание средств защиты и автоматическое отключение поврежденной электроустановки от питающей сети. Средствами защиты являются плавкие вставки предохранителей или автоматические выключатели.

Защитное отключение (рис. 5.1в) — представляет собой быстродействующую защиту, обеспечивающую автоматическое отключение электроустановки (за 0,1 – 0,2 с) при возникновении опасности поражения током. Защитное отключение используют как дополнительное средство к защитному заземлению или занулению.

На (рис.5.1в) показана схема защитного отключения. При замыкании на корпус срабатывает реле и приводится в действие автоматический выключатель.

Пониженное (малое) напряжение— это переменное напряжение, не превышающее 42 В, и постоянное напряжение не более 110 В. Такое напряжение является безопасным.

Изоляция бывает рабочая, дополнительная, двойная и усиленная. Рабочая изоляция токоведущих частей электроустановки обеспечивает защиту от поражения электрическим током.

Для измерения сопротивления изоляции токоведущих частей применяют мегомметр М – 1101. Он состоит из генератора постоянного тока и измерительного магнитоэлектрического прибора логометрической системы. При вращении рукоятки мегомметра со скоростью 120 об/мин генератор

вырабатывает переменный ток напряжением 1000 В, который выпрямляется и подается на клеммы "Л" и "З" (рис. 3.2), а с них на измеряемый объект. Прибор снабжен переключателем пределов измерений и шкалой, позволяющей по отклонению стрелки определить сопротивление изоляции в килоомах или в мегаомах. При положении тумблера "К  $\Omega$ " предел измерений составляет от 0 до 1000 кОм, а при положении тумблера "М  $\Omega$ " - от 0 до 1000 МОм.

Для измерения сопротивления необходимо подключить линию к зажиму Л", а землю к зажиму "З". Переключатель диапазонов измерений поставить в положение "мегаом" (М  $\Omega$ ). Затем, вращая рукоятку прибора со скоростью 120 об/мин, смотреть за показанием прибора. Если показания прибора малы, то переключатель поставить в положение "килоом" (К  $\Omega$ ). При вращении рукоятки генератора нельзя касаться зажимов мегомметра и токоведущих частей, с которыми они соединены (вырабатывается ток высокого напряжения). Особенно опасно прикосновение к проводам при измерении больших обмоток и линий, т.к. постоянный ток мегомметра накапливается на них и его разряды для человека бывают смертельны.

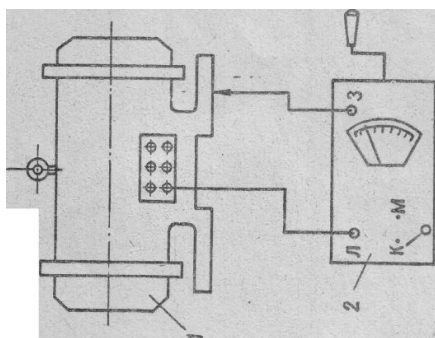


Рис. 5.2. Схема подключения мегомметра при измерении сопротивления изоляции обмоток двигателя: 1 - электродвигатель; 2 - мегомметр

При измерении сопротивления изоляции электрических установок сначала измеряют сопротивление обмоток электродвигателя, затем - пусковой аппаратуры и наконец - подводящей проводки.

Сопротивление считается удовлетворительным, если его величина в омах не менее применяемого напряжения, умноженного на 1000. Работа электроустановок с меньшим сопротивлением запрещена.

Перед измерением сопротивления изоляции обмоток и проводов мегомметром, они должны быть отключены от электрической сети.

#### **Контрольные вопросы:**

- 1 Для чего необходим Акт осмотра (обследования) электроустановки.
- 2 Что измеряют при измерении сопротивления изоляции электрических установок.
- 3 Чем отличается защитное заземление от рабочего заземления.

## ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №5

**Тема:** Составление графика дежурств при различных методах обслуживания электроустановок

**Цель работы:** усвоение методики текущего ремонта электрической машины; приобретение навыков по составлению технологической карты на текущий ремонт электрооборудования.

**Оборудование:** типовая технологическая карта на ремонт электродвигателя.

*Текущий ремонт* представляет собой минимальный по объёму ремонт с разборкой электрооборудования. При текущем ремонте очищают оборудование от пыли и грязи, заменяют или восстанавливают отдельные детали и части механизмов, устраняют мелкие неисправности и повреждения оборудования, восстанавливают надёжность электрических соединений, устраняют дефекты изоляции, заменяют обгоревшие контакты силовых трансформаторов, выключателей нагрузки, масляных выключателей, автоматических выключателей, заменяют масло или доливают его, ремонтируют щёткодержатели с заменой щёток, пружин и гибких связей, проверяют одновременность опускания всех щеток на контактные кольца двигателей с фазным ротором, очищают контакты реле или дугогасительные контакты пусковой аппаратуры от копоти и остатков оплавления или заменяют обгоревшие контакты и т.п.

Текущий ремонт проводится по следующей документации:

- а) техническое описание и инструкция по техническому обслуживанию и монтажу;
- б) формуляр на машины, для которых необходимо вести учёт их технического состояния и данных по эксплуатации;
- в) паспорт для электрооборудования, технические данные которого гарантируются заводом-изготовителем;
- г) ведомость запасных частей, инструментов, принадлежностей, материалов.

### Порядок выполнения

1. Изучить методику текущего ремонта электрической машины

2. Составить технологическую карту на текущий ремонт электрической машины

№ п/п	Последовательность операций	Технологические указания	Приборы, инструменты, механизмы	Норма времени	Состав бригады

### **Контрольные вопросы:**

1. Перечислите основные виды ремонтов электрооборудования.
2. Дайте определение текущему ремонту.
3. Укажите основные виды работ при текущем ремонте электрической машины (на примере асинхронного электродвигателя)
4. Перечислите основную документацию для проведения текущего ремонта.
5. Как определяются сроки проведения текущего ремонта?

### **ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №6**

**Тема:** Составление графика дежурств при различных методах обслуживания электроустановок

**Цель работы:** проанализировать и оформить порядок оформления и выдачи нарядов-допусков к работам на электрифицированных участках.

**Задание:** произвести оформление наряда-допуска к работам на электрифицированном участке, заполнить бланк наряда-допуска ясно, конкретно и четко, в соответствии с порядком заполнения (Приложение 2). Опираясь на раздел I "Наряд" и II "Допуск". Исправления текста не допускаются; Письменно ответить на контрольные вопросы и сделать вывод о проделанной работе.

#### **Порядок оформления и выдачи нарядов-допусков**

1. Наряд-допуск выдается на срок, необходимый для выполнения заданного объема работ.

В случае невыполнения работы в указанное в наряде-допуске время или изменения условий производства работ работы прекращаются, наряд-допуск закрывается, возобновление работ разрешается только после выдачи нового наряда-допуска.

2. На каждую бригаду (звено), участвующую в производстве работ повышенной опасности, наряд-допуск должен оформляться в 2 экземплярах (один находится у лица, выдавшего наряд-допуск, другой выдается ответственному руководителю работ).

Бланк наряда-допуска должен быть заполнен ясно, конкретно и четко, в соответствии с порядком заполнения (Приложение 2). Исправления текста не допускаются.

3. При выполнении работ на территории действующего предприятия лицо, выдающее наряд-допуск от организации, учитывая имеющиеся или могущие

возникнуть опасности (постоянно и потенциально опасные производственные факторы), а также в соответствии с определенными актом-допуском мероприятиями, выписывает наряд-допуск в 3 экземплярах (третий экземпляр выдается ответственному лицу действующего предприятия), согласовав меры безопасности и порядок производства работ с ответственным лицом действующего предприятия (цеха, участка).

4. Для выполнения работ в охранной зоне линии электропередачи, связи, других инженерных коммуникаций организация обязана подать заявку предприятию, эксплуатирующему эти сооружения, с указанием вида, характера, места, времени начала и окончания работ, а также список ответственных руководителей, ответственных исполнителей работ и лиц, имеющих право выдачи нарядов-допусков, с указанием фамилий, инициалов, должностей и групп по электробезопасности и получить письменное разрешение на право производства работ.

5. Наряд-допуск на производство работ в охранной зоне воздушной линии электропередачи, связи, других инженерных коммуникаций должен быть утвержден руководителем (главным инженером, техническим директором) организации и подписан лицом, ответственным за эксплуатацию линии со стороны владельца.

В подразделениях, выполняющих указанные работы и расположенных на расстоянии более 50 км от своих организаций, наряд-допуск утверждает руководитель подразделения или другой ответственный руководитель (специалист), прошедший соответствующее обучение и уполномоченный на это приказом по организации.

6. Количество нарядов-допусков, выдаваемых одновременно одному ответственному руководителю работ, определяется лицом, выдающим наряд-допуск, исходя из физической возможности выполнения ответственным руководителем своих обязанностей.

При этом у ответственного руководителя работ не должно быть более трех незакрытых нарядов-допусков одновременно.

7. Ответственному исполнителю работ может быть выдан только один наряд-допуск.

8. По окончании смены, а также при перерывах в работе на праздничные дни и дни отдыха ответственный исполнитель работ обязан передать наряд-допуск ответственному руководителю работ на хранение.

При возобновлении работ ответственный руководитель обязан лично убедиться в том, что условия их производства не изменились, и только после этого возвратить наряд-допуск ответственному исполнителю работ. Возобновление работ без наряда-допуска запрещается.

9. Срок хранения закрытого наряда-допуска - 30 дней.

10. Выдача и возврат нарядов-допусков регистрируются в журнале учета выдачи нарядов-допусков на производство работ повышенной опасности или совмещенных работ (Приложение 3). Журнал должен быть пронумерован, прошнурован и скреплен печатью организации.

Журналы, чистые бланки и закрытые наряды-допуски должны храниться у лица, выдающего их.

Срок хранения журнала - 6 мес. с момента последней записи.

11. Ответственный руководитель работ не имеет права принимать наряд-допуск, осуществлять допуск бригады (звена) к работе если характер и условия работ, меры безопасности не отражены в наряде-допуске в требуемом объеме или не соответствуют правилам безопасности. За отказ принять наряд-допуск и осуществить допуск персонала в указанных случаях он ответственности не несет.

Ответственный исполнитель работ не имеет права получать наряд-допуск и начинать работу бригады (звена), если характер и условия работ, меры безопасности не соответствуют действующим правилам и инструкциям по безопасности труда или не отражены в наряде-допуске в требуемом объеме. За отказ получить наряд-допуск и приступить к работе он ответственности не несет.

Примечание. Наряд-допуск оформляется в двух экземплярах (1-й находится у лица, выдавшего наряд, 2-й - у ответственного руководителя работ).

При работах на территории действующего предприятия наряд-допуск оформляется в 3 экземплярах (3-й экземпляр выдается ответственному лицу действующего предприятия).

Порядок заполнения наряда-допуска (Приложение 3):

## **1. "Наряд"**

Пункт 1. При наименовании работ следует избегать обобщенных названий и конкретно указывать вид работ, выполняемый по данному наряду-допуску. Члены бригады (звена) обязаны выполнять только указанную в наряде работу. При необходимости выполнить какие-либо дополнительные работы необходимо выписать другой наряд-допуск. Место работы указывается по конкретным, реально имеющимся на месте производства работ ориентирам. Нахождение в указанной зоне членов бригады разрешается только в присутствии ответственного исполнителя или, при его отсутствии,

ответственного руководителя работ. При невозможности выполнения этого условия бригады из указанной опасной зоны должны быть выведены.

Пункт 2. Указываются материалы, инструменты, приспособления, оборудование и защитные средства, применяемые при выполнении указанных в п. 1 работ. При этом необходимо обратить особое внимание на материалы, инструменты, приспособления и оборудование, которые сами по себе могут стать источником опасности (горюче- и взрывоопасные материалы, электрифицированный, пневматический и пиротехнический инструмент, инструменты с острыми рабочими кромками, оборудование, имеющее открытые вращающиеся и движущиеся рабочие органы, и т.д.)

Пункт 3. При перечислении мероприятий, проводимых в целях безопасности работ, необходимо обратить особое внимание на мероприятия, предотвращающие воздействие на работников внешних, не связанных непосредственно с выполняемой работой опасностей, из-за которых данная работа отнесена к категории работ повышенной опасности. К ним в первую очередь относятся установка защитных и сигнальных ограждений, экранов, средств сигнализации, устройство защитных покрытий и т.п. При выполнении работ на территории действующего предприятия в этот пункт необходимо внести мероприятия, указанные в акте-допуске.

Пункт 4. В особых условиях наряда-допуска указываются источники внешних опасных факторов и опасных факторов, которые могут появиться во время работы, а также их местонахождение. Здесь же указывается действующее оборудование, находящееся в зоне производства работ или вблизи нее.

Пункт 5. При указании времени начала и окончания работ необходимо учитывать, что работники могут находиться в зоне работ только в указанное время и только в присутствии ответственного исполнителя или руководителя работ.

Пункт 6. Наряд-допуск имеет право выписывать и выдавать только ответственный работник, назначенный приказом организации.

Пункт 7. Ответственный руководитель работ перед подписанием наряда-допуска должен ознакомиться с записями в наряде, имеющейся нормативной и технической документацией, оценить полноту мер по обеспечению безопасных условий работ и, при необходимости, уточнить и дополнить их.

Пункт 8. При выполнении работ на территории действующего предприятия лицо, выдающее наряд-допуск, вместе с ответственным руководителем работ согласовывает мероприятия по обеспечению безопасности труда и порядок производства работ с ответственным лицом действующего предприятия и получает его подпись. Если работа производится не на территории действующего предприятия, строка, отмеченная "\*", не заполняется.

## 2. "Допуск"

Пункт 10. Перед началом работ ответственный руководитель работ, а при выполнении работ на территории действующего предприятия - его ответственное лицо проводит инструктаж членов бригады (звена), в котором, помимо мер безопасности по выполняемой работе, указывают меры безопасности по предотвращению травмирования от внешних опасных и вредных факторов, местонахождение источников опасности, проходы в зону производства работ и в самой зоне. Кроме того, рассказывается о порядке действия работников в аварийных и чрезвычайных ситуациях, разъясняется порядок производства работ. Рабочие знакомятся с необходимой нормативно-технической документацией, ППР, ТК. По окончании инструктажа ответственный руководитель работ опросом проводит проверку полноты усвоения материала, при необходимости поясняет некоторые мероприятия по организации и безопасному производству работ. Проведение целевого инструктажа подтверждается подписью в наряде-допуске.

Пункт 11. Фамилии и профессии рабочих, получивших инструктаж, четко, без исправлений записываются в соответствующую графу наряда-допуска. Каждый работник росписью подтверждает проведение инструктажа. Какие-либо исправления или дописки не допускаются.

Пункт 12. При выполнении работ на территории действующего предприятия ответственное лицо предприятия проверяет рабочее место, условия труда и выполнение мер безопасности, указанных в наряде-допуске, допускает рабочих на место работ и ставит свою подпись в наряде-допуске. Если работа производится не на территории действующего предприятия, строка, отмеченная звездочкой "\*", не заполняется. Ответственный руководитель работ совместно с ответственным исполнителем работ проверяют состояние рабочего места, выполнение мер безопасности, устраняют выявленные недостатки и расписываются в наряде-допуске.

Пункт 13. Ответственный руководитель работ проставляет время и дату фактического начала работ и передает один экземпляр наряда-допуска ответственному исполнителю работ, другой - лицу, выдавшему наряд-допуск.

Пункт 14. По окончании работ ответственный исполнитель работ совместно с ответственным руководителем работ (при выполнении работ на территории действующего предприятия в присутствии ответственного лица предприятия) проверяют выполнение работ, рабочее место, отсутствие посторонних предметов, материалов, инструментов и других факторов, наличие которых может создать аварийную ситуацию, проставляют время и дату фактического окончания работ и ставят свою подпись в наряде-допуске. Если работа производится не на территории действующего предприятия, строка, отмеченная "\*", не заполняется. Ответственный исполнитель работ передает закрытый наряд-допуск ответственному руководителю работ. Ответственный



руководитель проставляет дату закрытия наряда в журнале учета выдачи нарядов-допусков, ставит свою подпись и передает закрытый наряд-допуск лицу, ответственному за выдачу наряда-допуска.

### **ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №7**

**Тема:** Составление инструкций по техническому обслуживанию электрооборудования подстанций

**Цель работы:** Обеспечение безопасного обслуживания персоналом машин и аппаратов и защита их от влияния окружающей среды.

Имеются различные исполнения машин и аппаратов по степени защиты и среди них выбирают такие исполнения, которые были бы безопасны и надежно работали в данных условиях. Степень защиты указывается в технической документации и в паспорте, укрепляемом на машине или аппарате.

Классы электротехнических изделий по способу защиты человека представлены в табл. 2.1

Степень защиты	Характеристика степени защиты	
	персонала от соприкосновения с токоведущими или движущимися частями и оборудования от попадания внутрь оболочки посторонних твердых тел	оборудования от проникновения воды внутрь оболочки
0	Защита отсутствует	Защита отсутствует
1	Защита от случайного соприкосновения большого участка поверхности тела человека с токоведущими или движущимися внутри оболочки частями. Отсутствует защита от преднамеренного доступа к этим частям. Защита от попадания посторонних твердых тел диаметром не менее 52,5 мм	Защита от капель сконденсировавшейся воды. Капли сконденсировавшейся воды, падающие вертикально на оболочку, не должны оказывать вредного воздействия на оборудование внутри оболочки
2	Защита от возможности соприкосновения пальцев с токоведущими или движущимися внутри оболочки частями. Защита от попадания посторонних твердых тел диаметром не менее 12,5 мм	Защита от капель воды. Капли воды, падающие на оболочку, наклоненную под углом не более 15° к вертикали, не должны оказывать вредного воздействия на электрооборудование в оболочке
3	Защита от соприкосновения инструмента, проволоки или других подобных предметов, толщина которых превышает 2,5 мм, с токоведущими или движущимися частями внутри оболочки. Защита от попадания посторонних тел диаметром не менее 2,5 мм	Защита от дождя. Дождь, падающий на оболочку, наклоненную под углом не более 60° к вертикали, не должен оказывать вредного воздействия на оборудование внутри оболочки
4	Защита от соприкосновения инструмента, проволоки или других предметов, толщина которых превышает 1 мм, с токоведущими частями внутри оболочки. Защита оборудования от попадания посторонних мелких твердых тел толщиной не менее 1 мм	Защита от брызг. Брызги воды любого направления, падающие на оболочку, не должны оказывать вредного воздействия на оборудование внутри оболочки

Сте- пень за- щиты	Характеристика степени защиты	
	персонала от соприкосновения с токоведущими или движущимися частями и оборудования от попадания внутрь оболочки посторонних твердых тел	оборудования от проникновения воды внутрь оболочки
5	Полная защита персонала от соприкосновения с токоведущими или движущимися частями, находящимися внутри оболочки. Защита от вредных отложений пыли	Защита от водяных струй. Вода, выбрасываемая из наконечника на обмотку в любом направлении, не должна оказывать никакого воздействия на оборудование в оболочке
6	Полная защита персонала от соприкосновения с токоведущими или движущимися частями, находящимися внутри оболочки. Полная защита оборудования от попадания пыли	Защита от воздействия характерных для палубной среды (включая палубную воду) водонепроницаемое оборудование
7	—	Защита при погружении в воду. Вода не должна проникать в оболочку при испытании и в течение времени, указанного в стандарте или технических условиях на оборудование
8	—	Защита при неограниченном длительном погружении в воду. Вода не должна проникать в оболочку при испытании, указанном в стандарте или технических условиях

Обозначения степеней защиты оболочек аппаратов показаны в табл. 2.3.

Степени защиты электрических машин показаны в табл. 2. 4.

Условное обозначение степени защиты содержит следующие данные в указанной последовательности: а) IP — первые буквы английских слов International Protection, означающие защиту по международным нормам; б) первая цифра указывает степень защиты от соприкосновения и попадания посторонних тел; в) вторая цифра указывает степень защиты от проникновения воды.

Способ охлаждения электрической машины обозначается символом IC (первые буквы слов International Cooling, означающих охлаждение по международным нормам), и цифрами.

Степень защиты от со- прикосновения и попа- дания посторонних тел	Степень защиты от проникновения воды								
	0	1	2	3	4	5	6	7	8
0	IP00								
1	IP10	IP11	IP12						
2	IP20	IP21	IP22	IP23					
3	IP30	IP31	IP32	IP33	IP34				
4	IP40	IP41	IP42	IP43	IP44				
5	IP50	IP51			IP54	IP55	IP56		
6	IP60					IP65	IP66	IP67	IP68

Степень защиты от со- прикосновения и попа- дания посторонних тел	Степень защиты от проникновения воды								
	0	1	2	3	4	5	6	7	8
0	IP00	IP01							
1	IP10	IP11	IP12	IP13					
2	IP20	IP21	IP22	IP23					
3									
4				IP43	IP44				
5					IP54	IP55	IP56		
6									

Электрические машины со степенями защиты IP54 и IP44 выпускаются со способом охлаждения IC0141. Первые две цифры (01) определяют, что внешняя поверхность машины обдувается вентилятором, насаженным на вал машины и охлаждающим машину окружающим воздухом через ее оболочку

Следующие две цифры (41) относятся к внутренней части машины и означают, что воздух внутри машины приводится в движение самим ротором или дополнительным внутренним вентилятором и тепло внутри машины передается окружающей среде через поверхность станины, которая может быть гладкой или с ребрами.

Способ охлаждения IC0041 отличается от предыдущего отсутствием внешнего вентилятора.

При способе охлаждения IC0151 обмен теплотой между воздухом внутри и вне машины происходит с помощью встроенного охладителя.

Способ охлаждения IC01 имеют машины в исполнении IP23.

Электрооборудование обычно предназначается для работы на высоте над уровнем моря до 1000 м при температуре внешней среды не выше +40 С и не ниже —45 С.

Установлены следующие категории мест размещения электрооборудования при эксплуатации:

1 — на открытом воздухе, где они подвергаются воздействию всех природных факторов,

2 — помещения, в которых отсутствует прямое воздействие атмосферных осадков и солнечных лучей (навесы, палатки и т. д.),

3 — закрытые помещения с естественной вентиляцией без искусственно регулируемых климатических условий, где колебания температуры и влажности воздуха, солнечного света, воздействие песка и пыли меньше, чем на открытом воздухе (неотапливаемые помещения).

4 — помещения с искусственно регулируемыми климатическими условиями (производственные помещения закрытые отапливаемые и вентилируемые).

5 — помещения с повышенной влажностью, в которых возможно длительное нахождение воды или конденсированной влаги, например, неотапливаемые и невентилируемые помещения под землей, в том числе шахты и подвалы.

Электрооборудование по условиям окружающей среды может иметь следующие исполнения:

для умеренного климата У1—У5, для холодного и умеренного климата ХЛ1—ХЛ5,

УХЛ1-УХЛ5, для тропического климата Т1—Т5

### **Контрольные вопросы:**

1. Для чего необходимы условные обозначения степеней защиты
2. Зачем нужны степени защиты от прикосновения.
3. Зачем нужна защита от проникновения воды в оборудование.

## **ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №8**

**Тема:** Составление инструкций по техническому обслуживанию электрооборудования подстанций

**Цель работы:** ознакомиться с алгоритмом расчета защитного заземления методом коэффициентов использования заземлителей (электродов) по допустимому сопротивлению системы заземления растеканию тока.

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

**Назначение защитного заземления** — устранение опасности поражения людей электрическим током при появлении напряжения на конструктивных частях электрооборудования, т.е. при замыкании на корпус.

**Принцип действия защитного заземления** — снижение до безопасных значений напряжений прикосновения и шага, обусловленных замыканием на корпус. Это достигается уменьшением потенциала заземленного оборудования, а также выравниванием потенциалов за счет подъема потенциала основания, на котором стоит человек, до потенциала, близкого по значению к потенциалу заземленного оборудования.

**Заземляющим устройством** называется совокупность вертикальных заземлителей — металлических проводников, находящихся в непосредственном

соприкосновении с землей, и горизонтальных заземляющих проводников, соединяющих заземляемые части электроустановки с заземлителем.

Внутри помещений выравнивание потенциала происходит естественным путем через металлические конструкции, трубопроводы, кабели и подобные им проводящие предметы, связанные с разветвленной сетью заземления.

Защитному заземлению подлежат металлические нетоковедущие части оборудования, которые из-за неисправности изоляции могут оказаться под напряжением и к которым возможно прикосновение людей. При этом в помещении с повышенной опасностью и особо опасных по условиям поражений током, а также в наружных установках заземление является обязательным при номинальном напряжении электроустановки выше 42В переменного и выше 110В постоянного тока, а в помещениях без повышенной опасности – при напряжении 380В и выше переменного 440В, и выше постоянного тока. Лишь во взрывоопасных помещениях заземление выполняется независимо от назначения установки.

Различают заземлители **искусственные**, предназначенные исключительно для целей заземления, и **естественные**– находящиеся в земле металлические предметы, используемые для иных целей (проложенные в земле металлические водопроводные трубы; трубы артезианских скважин; металлические каркасы зданий и сооружений и т.п.). **Запрещается использовать в качестве естественных заземлителей трубопроводы горючих жидкостей, горючих и взрывоопасных газов, а также трубопроводы, покрытые изоляцией для защиты от коррозии.** Естественные заземлители обладают, как правило, малым сопротивлением растеканию тока, и поэтому использование их для целей заземления дает большую экономию. Недостатками естественных заземлителей является их доступность и возможность нарушения непрерывности соединения протяженных заземлителей.

По форме расположения заземлителей заземление бывает контурное и выносное.

В **контурном** заземлении все электроды располагают по периметру защищаемой территории. В **выносных** (сосредоточенное или очаговое) – заземлители располагают на расстоянии друг от друга не менее длины электрода.

В соответствии с требованиями механической прочности и допустимого нагрева токами замыкания на землю в установках напряжением свыше 1000В заземляющие стальные магистральные проводники должны иметь сечение не менее 120 мм<sup>2</sup>, а в установках до 1000В – не менее 100 мм<sup>2</sup>.

Для защиты работающих от опасности поражения электрическим током при переходе напряжения на металлические нетоковедущие части (например, при коротком замыкании), нормально не находящиеся под напряжением, применяют защитное заземление. Защитное заземление -преднамеренное соединение нетоковедущих частей электрооборудования, которые могут случайно оказаться под напряжением, с заземляющим устройством.

Защитное заземление представляет собой систему металлических заземлителей, помещенных в землю и электрически соединенных

специальными проводами с металлическими частями электрооборудования, нормально не находящимися под напряжением.

Защитное заземление эффективно защищает человека от опасности поражения электрическим током в сетях напряжения до 1000 В с изолированной нейтралью и в сетях напряжением выше 1000 В - с любым режимом нейтрали.

### **Устройство заземления**

Заземление устроено в соответствии с требованиями ПУЭ, СНиП-Ш-33-76 и инструкции по устройству сетей заземления и зануления в электроустановках (СН 102-76).

Заземление следует выполнять:

а) при напряжениях переменного тока 380 В и выше и постоянного тока 440 В и выше во всех электроустановках;

б) при напряжениях переменного тока выше 42 В и постоянного тока выше 110 В только в электроустановках, размещенных в помещениях с повышенной опасностью и в особо опасных, а также в наружных установках;

в) при любом напряжении переменного тока и постоянного тока во взрывоопасных установках;

Заземлители могут быть использованы как естественные, так и искусственные. Причём, если естественные заземлители имеют сопротивление растеканию, удовлетворяющие требованиям ПУЭ, то устройство искусственным заземлителями не требуется.

В качестве естественных заземлителей могут быть использованы:

а) проложенные в земле водопроводные и другие металлические трубопроводы, за исключением трубопроводов горючих и легковоспламеняющихся жидкостей, горючих или взрывчатых газов и смесей;

б) обсадные трубы, металлические и железобетонные конструкции зданий и сооружений, находящиеся в непосредственном соприкосновении с землёй;

в) свинцовые оболочки кабелей, проложенных в земле и т.д.

В качестве искусственных заземлителей чаще всего применяют угловую сталь 60х60 мм, стальные трубы диаметром 35-60 мм и стальные шины сечением не менее 100 мм<sup>2</sup>.

Стержни длиной 2,5 м погружаются (забиваются) в грунт вертикально в специально подготовленной траншее (рис.1).

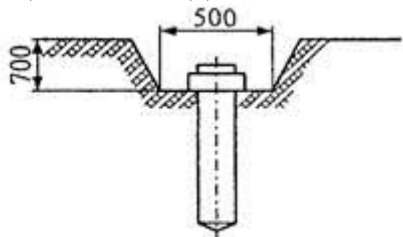


Рис. 1. Установка вертикального заземлителя в траншею

Вертикальные заземлители соединяются стальной полосой, которая приваривается к каждому заземлителю.

По расположению заземлителей относительно заземляемого оборудования системы заземления делят на выносное и контурное.

Выносное заземление оборудования показано на рис.2. При выносной системе заземления заземлители располагаются на некотором удалении от заземляемого оборудования. Поэтому заземленное оборудование находится вне поля растекания тока и человек, касаясь его, окажется под полным напряжением относительно земли

$$U_{i\delta} = U_{\varphi}$$

Выносное заземление защищает только за счёт малого сопротивления грунта.

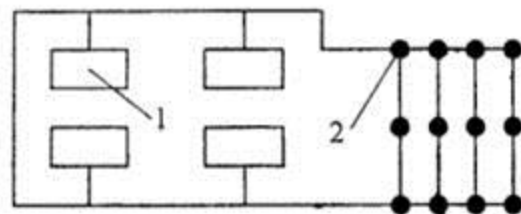


Рис. 2. Схема выносного заземления:  
1 – заземляемое оборудование; 2 – заземлители

Контурное заземление показано на рис. 3. Заземлители располагаются по контуру заземляемого оборудования на небольшом (несколько метров) расстоянии друг от друга. В данном случае поля растекания заземлителей накладываются, и любая точка поверхности земли внутри контура имеет значительный потенциал. Напряжение прикосновения будет меньше, чем при выносном заземлении.

$$U_{i\delta} = U_{\varphi} - \varphi_{i\pi}$$

Где  $\varphi_{i\pi}$  – потенциал земли.

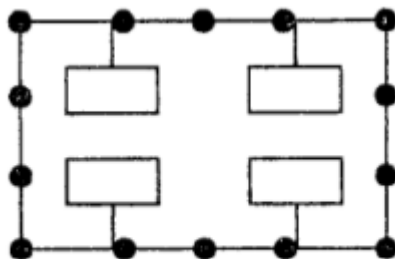


Рис. 3. Схема контурного заземления

### Нормирование параметров защитного заземления

Защитное заземление предназначено для обеспечения безопасности человека при прикосновении к нетоковедущим частям оборудования, случайно оказавшимся под напряжением, и при воздействии напряжения шага. Эти величины не должны превосходить длительно допустимых.

$$U_{i\delta} \leq U_{i\delta \text{ д.д.}}$$

$$U_{\varphi} \leq U_{\varphi \text{ д.д.}}$$

В ПУЭ нормируются сопротивления заземления в зависимости от напряжения электроустановок.

В электроустановках напряжением до 1000 В сопротивление заземляющего устройства должно быть не выше 4 Ом; если же суммарная



мощность источников не превышает 100 кВт · А, сопротивление заземления должно быть не более 10 Ом.

В электроустановках  $U_{ис} > 1000$  В с током замыкания  $J_{\varphi} < 500$  А

$$R_{\varphi} \leq \frac{250}{J_{\varphi}}$$

допускается сопротивление заземления  $R_{\varphi}$  но не более 10 Ом.

Если заземляющее устройство используется одновременно для

$$R_{\varphi} \leq \frac{125}{J_{\varphi}}$$

электроустановок напряжением до 1000 В и выше 1000 В, то  $R_{\varphi} \leq \frac{125}{J_{\varphi}}$  но не выше нормы электроустановки  $U < 1000$  В (4 или 10 Ом). В электроустановках с токами замыкания  $J_{\varphi} > 500$  А,  $R_{\varphi} \leq 0,5$  Ом.

### Расчет заземления

Расчет заземления сводится к определению числа заземлителей и длины соединительной полосы исходя из допустимого сопротивления заземления.

### Исходные данные

Вид заземления	выносное
Длина заземлителя l, м	2,7
Глубина заложения заземлителя в грунт h, м	0,65
Коэффициент сезонности K <sub>с</sub>	2,0
Удельное сопротивление грунта ρ, Ом·м	70
Диаметр заземлителя d, м	55
Ширина соединительной полосы b, м	50
Допускаемое сопротивление системы заземления по ПУЭ РЭ.Н., Ом	4

1. В качестве заземлителя выбираем стальную трубу диаметром  $d = 55$  мм, а в качестве соединительного элемента – стальную полосу шириной  $b = 50$  мм.

2. Выбираем значение удельного сопротивления грунта соответствующее или близкое по значению удельному сопротивлению грунта в заданном районе размещения проектируемой установки.

3. Определяем значение электрического сопротивления растеканию тока в землю с одиночного заземлителя

$$R_{\varphi} = 0,366 \frac{\rho \cdot K_{\varphi}}{l} \left( \lg \frac{2 \cdot l}{d} + \frac{1}{2} \lg \frac{4t+l}{4t-l} \right) =$$

$$= 0,366 \frac{70 \cdot 2}{2,7} \left( \lg \frac{2 \cdot 2,7}{0,055} + \frac{1}{2} \lg \frac{4 \cdot 2 + 2,7}{4 \cdot 2 - 2,7} \right) = 40,62 \text{ Ом}$$

где  $\rho = 70$  Ом·м - удельное сопротивление грунта,

$K_{\varphi} = 2,0$  - коэффициент сезонности,

$l = 2,7$  м - длина заземлителя,

$d = 55$  мм - диаметр заземлителя,

$t = h + 0,5l = 0,65 + 0,5 \cdot 2,7 = 2 \text{ м}$  - расстояние от поверхности грунта до середины заземлителя.

4. Рассчитываем число заземлителей без учета взаимных помех, оказываемых заземлителями друг на друга, так называемого явления взаимного “экранирования”

$$n' = \frac{R_{\text{з}}}{R_{\text{зг}}} = \frac{40,62}{4} = 10,15 \approx 10.$$

5. Рассчитываем число заземлителей с учетом коэффициента экранирования

$$n = \frac{n'}{\eta_{\text{з}}} = \frac{10}{0,58} = 17,24 \approx 18$$

где  $\eta_{\text{з}} = 0,58$  - коэффициент экранирования (прил., табл.1.).

Принимаем расстояние между заземлителями  $a = l = 2,7 \text{ м}$

6. Определяем длину соединительной полосы

$$l_{\text{г}} = 1,05 \cdot n \cdot a = 1,05 \cdot 18 \cdot 2,7 = 51,03 \text{ м}.$$

7. Рассчитываем полное значение сопротивления растеканию тока с соединительной полосы

$$R_{\text{г}} = 0,366 \frac{\rho \cdot \hat{E}_{\text{г}}}{l_{\text{г}}} \lg \frac{2 \cdot l_{\text{г}}^2}{b \cdot h} = 0,366 \frac{70 \cdot 2}{51,09} \lg \frac{2 \cdot 51,03^2}{0,05 \cdot 0,65} = 5,2 \text{ Ом}.$$

8. Рассчитываем полное значение сопротивления системы заземления

$$R_{\text{зг}} = \frac{R_{\text{з}} \cdot R_{\text{г}}}{R_{\text{з}} \cdot \eta_{\text{г}} + R_{\text{г}} \cdot \eta_{\text{з}} \cdot n} = \frac{40,62 \cdot 5,2}{40,62 \cdot 0,51 + 5,2 \cdot 0,58 \cdot 18} = 2,82 \text{ Ом}.$$

где  $\eta_{\text{г}} = 0,51$  - коэффициент экранирования полосы (прил., табл.2.).

Вывод:

Сопротивление  $R_{\text{зг}} = 2,82 \text{ Ом}$  меньше допускаемого сопротивления, равного 4 Ом. Следовательно, диаметр заземлителя  $d = 55 \text{ мм}$  при числе заземлителей  $n = 18$  является достаточным для обеспечения защиты при выносной схеме расположения заземлителей.

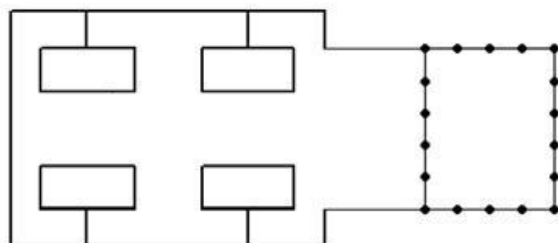


Рис. 4. Схема полученного выносного заземления.

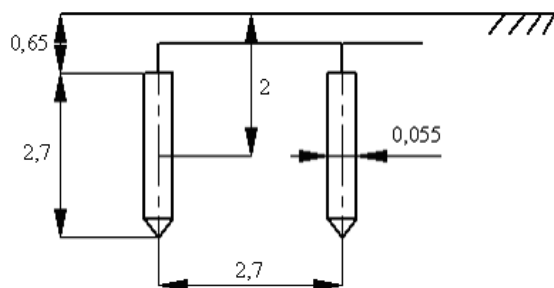


Рис. 5. Схема расположения заземлителей.

#### Содержание отчета:

1. Оформить титульный лист в соответствии с СТП 1.2 – 2005.
2. В практической работе необходимо отразить следующее:
  - А) Название практической работы.
  - Б) Цель работы.
  - В) Задание. Изучить и произвести краткий конспект работы.
  - Г) Выполнить работу в соответствии с заданием. Расчет заземляющего устройства.
  - Д) Ответить на контрольные вопросы.
  - Е) Вывод.
  - Ж) Отчет необходимо оформить в папку.

#### Контрольные вопросы:

1. Какие бывают Типы и конструкции заземляющих устройств.
2. Для чего нужны выносные и контурные заземления.
3. Область применения защитного заземления.

### ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №9

**Тема:** Заполнение ведомости на хранение электрооборудования

**Цель:** Изучение основ заполнения технологической документации.

**Задание к работе:** составить технологическую карту обслуживания осветительных установок

№ п/п	Вид работ	Срок проведения	Инструменты и приспособления

#### Общие теоретические положения:

Правильная эксплуатация установок естественного и искусственного освещения играет важную роль для создания высокого уровня освещенности в помещениях и экономии электроэнергии, расходуемой на искусственное электрическое освещение.

Эксплуатация осветительных установок включает в себя:

- 1) регулярную очистку остекления помещений и светильников от загрязнения;

2) своевременную замену перегоревших ламп и контроль за постоянством напряжения в осветительной сети;

3) реализацию мероприятий, способствующих относительно меньшему загрязнению остекления, как, например, покрытие стекол специальными прозрачными пленками, легко удаляемыми при очистке, и др.;

4) повышение общего уровня культуры эксплуатации здания, обеспечивающей в помещениях необходимую чистоту воздуха и отсутствие выброса в атмосферу пыли, дыма, копоти и т. д., а также регулярную уборку помещений, окраску или побелку стен и потолка.

Правильная организация эксплуатации осветительной установки и добросовестный повседневный уход за ней обеспечивают сохранение ее работоспособности и соответствие действующим правилам и нормам. При разработке проекта осветительной установки предусматривается решение вопросов, связанных с обслуживанием светильников и доступом к элементам электрической сети.

При высоте подвеса светильников более 4,5 м (предельная высота для обслуживания со стремянки) для доступа к элементам осветительной установки возможно использование ряда способов. Например, обслуживание с мостовых монтажных, ремонтных и технологических кранов или кран-балок, оборудованных специальными огражденными площадками.

При значительном количестве светильников и размещении их рядами целесообразно устройство специальных светотехнических мостиков, которые располагаются выше кранов и позволяют вести работы по обслуживанию электрооборудования независимо от режима работы кранов и в любое время суток.

При групповом размещении светильников и для обслуживания одиночных светильников может быть предусмотрено устройство огражденных светотехнических площадок или установка специальных скоб с заспинными дугами.

При наличии технического этажа возможна организация обслуживания светильников с него, а в некоторых случаях предусматривается опускание светильников вниз для обслуживания их с пола. Находит также широкое применение обслуживание светильников с помощью передвижных телескопических вышек и выдвижных лестниц различной конструкции.

Независимо от типа применяемых источников света, для любой осветительной установки имеются общие требования к эксплуатационному персоналу и к организации эксплуатации. Эти требования можно сформулировать следующим образом.

Основное правило эксплуатации сводится к регулярному наблюдению, своевременному ремонту и устранению обнаруженных неполадок в работе всех элементов осветительной установки. Поскольку обнаружить неисправности отдельных элементов установки в большинстве случаев можно только по режиму горения ламп, то необходимо систематически вести журнал эксплуатации, в котором нужно отмечать данные о режиме работы осветительной установки (время горения ламп, смена ламп, время чистки светильников, данные о замере изоляции сети, замена вышедших из строя элементов светильников и их ремонт и др.).

На работу ламп оказывает сильное влияние величина напряжения в питающей сети и ее отклонение от номинального значения, поэтому необходимо следить за поддержанием постоянства напряжения в сети, выявлять и устранять причины резких колебаний напряжения. От четкого контроля режима напряжения питающей сети очень часто зависит фактический срок службы ламп.

Пыль и копоть, осаждаясь на отражающих поверхностях светильников, покрывая тонким слоем рассеиватели и колбы ламп, вызывают дополнительное поглощение светового потока, создаваемого источником света, и тем самым снижают коэффициент полезного действия светильника. Постепенное загрязнение стен и потолков уменьшает их коэффициент отражения, при этом возрастает поглощение ими светового потока, что приводит также к снижению освещенности рабочих мест.

В связи с этим хорошее состояние осветительной установки обуславливается своевременной и тщательной очисткой элементов осветительного электрооборудования от всех видов загрязнений, регулярной покраской стен и потолков помещений и проведением планово-предупредительных осмотров и текущих ремонтов электрооборудования

**Очистка.** Очищают корпус и конструкции светильников и осветительных установок от пыли щеткой-сметкой и протирают обтирочным материалом. Снимают плафоны и электрические лампы. Плафоны промывают 5 %-ным раствором каустической соды в воде, а затем чистой водой и просушивают. Лампы протирают влажным, обтирочным материалом. Контактные поверхности Ламп покрывают тонким слоем технического вазелина.

Частота чистки светильников зависит от многих факторов и в первую очередь от среды освещаемого помещения. Так, светильники в цехах металлургического завода нуждаются в большей частоте обслуживания, чем установленные в коридоре больницы. Точно так светильники в шлифовальной мастерской должны чиститься чаще, чем светильники в зале заседания, расположенном в том же здании.

Количество чисток, определенные главой II-A, 9-71 СНиП «Искусственное освещение. Нормы проектирования» по количеству пыли, дыма и копоти, содержащихся в воздушной среде помещений и наружных пространств, указаны в табл.1

Таблица 1

**Количество чисток светильников**

<b>Освещаемые объекты</b>	<b>Количество чисток</b>
Производственные помещения, в воздушной среде которых содержатся пыль, дым и копоть в количествах: 10 мг/м <sup>3</sup> и более От 5 до 10 мг/м <sup>3</sup> Не более 5 мг/м <sup>3</sup>	Не менее 2 раз в месяц 1 раз в месяц 1 раз в 3 месяца
Вспомогательные помещения с нормальной воздушной средой и помещения общественных и жилых	1 раз в 3 месяца

зданий	
Площадки промышленных предприятий, в воздушной среде которых содержатся пыль, дым и копоть в количествах: Более 5 мг/м <sup>3</sup> До 0,5 мг/м <sup>3</sup>	1 раз в 3 месяца 1 раз в 6 месяцев
Улицы, площади, дороги, территории общественных зданий, жилых районов и выставок, парки, бульвары	1 раз в 6 месяцев

Проверка состояния контактов, ламп, защитных стекол. Осматривают контакты электрических соединений. Окисленные или подгоревшие контактные поверхности зачищают шлифовальной шкуркой и смазывают техническим вазелином. Проверяют соответствие ламп типу светильника или осветительной установки. Если лампа не горит, вначале ее осматривают, а затем омметром проверяют целостность нити накаливания. При обрыве нити накаливания, трещинах на колбе, повреждениях цоколя лампу заменяют новой. Осматривают защитные стекла светильников. Защитные стекла, имеющие трещины и сколы, заменяют. Проверка крепления. Пошатыванием рукой проверяют надёжность крепления светильника или осветительной установки, пускорегулирующего аппарата, конденсатора, стартера, клеммных колодок, выключателя и других элементов. При необходимости крепежные соединения подтягивают выключатели, переключатели, штепсельные розетки. Рекомендуемые сроки планово-предупредительных осмотров и ремонтов всех перечисленных элементов осветительной установки указаны в табл.2.

Таблица 2

**Рекомендуемые сроки планово-предупредительных осмотров и ремонтов.**

<b>Объекты осмотра</b>	<b>Для помещений с нормальной средой и для установок наружного освещения</b>	<b>Для помещений сырых, особо сырых, пыльных, с едкими парами или газами, пожара-или взрывоопасных</b>
Щитки, выключатели, штепсельные розетки, осветительные приборы и др. осветительные установки	1 раз в 4 месяца	1 раз в 2 месяца
Те же, но относящиеся к аварийному освещению, за исключением розеток. штепсельных	1 раз в 2 месяца	1 раз в месяц

Осмотром и проверкой светильников должны устанавливаться: наличие, целостность и надежность закрепления рассеивателей, защитных стекол,

экранирующих решеток, отражателей, надежность электрических контактов, состояние изоляции зарядных проводов, должны устанавливаться и устраняться возникающие неисправности в светильниках с люминесцентными лампами, причиной которых могут быть лампы, стартеры, ПРА, ошибки в схеме и др.

Проверка уплотнений. Осмотром проверяют состояние уплотняющих прокладок; и уплотнений проводов. Уплотняющие прокладки и уплотнения должны плотно прилегать к поверхностям и не иметь разрывов и трещин. Поврежденные уплотнения заменяют.

Проверка изоляции проводов. Осматривают изоляцию проводов в месте ввода в светильник. Места на проводе с трещинами и обугленными участками изолируют изоляционной лентой.

Проверка заземления. Осматривают заземление и при необходимости зачищают контакты.

## **ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №10**

**Тема:** Заполнение ведомости на хранение электрооборудования

**Цель работы:** Составление инструкций по техническому обслуживанию электрооборудования подстанций

Трансформаторное масло - электроизоляционный материал, теплоотводящая и дугогасящая среда, а также среда, защищающая твердую изоляцию от проникновения в нее влаги и воздуха).

В процессе эксплуатации свойства масла ухудшаются под влиянием повышенной температуры, кислорода воздуха, электрического поля, металлов и материалов твердой изоляции. Основным процессом, определяющим изменение свойств масла, является его окисление.

Методы регенерации трансформаторного масла приведены

Порядок выполнения работы

Контрольные вопросы.

4. Назовите назначение трансформаторного масла.

5. Какие изменения происходят с трансформаторным маслом в процессе эксплуатации?

6. Назовите методы исследования трансформаторного масла.

## **ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №11**

**Тема:** Составление и оформление отчетов о проделанной работе по проведению планового осмотра электрооборудования.

**Цель работы:** изучить технологию заполнения ведомости на хранение электрооборудования

**ФОРМА НАРЯДА-ДОПУСКА**

**ДЛЯ РАБОТЫ В ЭЛЕКТРОУСТАНОВКАХ И УКАЗАНИЯ ПО ЕГО ЗАПОЛНЕНИЮ**

Лицевая сторона наряда

Организация \_\_\_\_\_

Подразделение \_\_\_\_\_

НАРЯД-ДОПУСК N \_\_\_\_\_

для работы в электроустановках

Ответственному руководителю

работ \_\_\_\_\_, допускающему

\_\_\_\_\_  
(фамилия, инициалы)

\_\_\_\_\_  
(фамилия, инициалы)

Производителю

работ \_\_\_\_\_, наблюдающему

\_\_\_\_\_  
(фамилия, инициалы)

\_\_\_\_\_  
(фамилия, инициалы)

с членами бригады

\_\_\_\_\_  
(фамилия, инициалы)

\_\_\_\_\_  
(фамилия, инициалы)

поручается

Работу начать: дата \_\_\_\_\_ время \_\_\_\_\_

Работу закончить: дата \_\_\_\_\_ время \_\_\_\_\_

Мероприятия по подготовке рабочих мест к выполнению работ

Наименование электроустановок, в которых нужно провести отключения и установить заземления	Что должно быть отключено и где заземлено
1	2

Отдельные указания

Наряд выдал: дата \_\_\_\_\_ время \_\_\_\_\_

Подпись \_\_\_\_\_ Фамилия, инициалы \_\_\_\_\_



Наряд продлил по: дата \_\_\_\_\_ время \_\_\_\_\_

Подпись \_\_\_\_\_ Фамилия, инициалы \_\_\_\_\_

Дата \_\_\_\_\_ время \_\_\_\_\_

Регистрация целевого инструктажа,  
проводимого выдающим наряд

Целевой инструктаж провел		Целевой инструктаж получил	
Работник, выдавший наряд		Ответственный руководитель работ (производитель работ, наблюдающий)	
	(фамилия, инициалы)		(фамилия, инициалы)
	(подпись)		(подпись)

Разрешение на подготовку рабочих мест  
и на допуск к выполнению работ

Разрешение на подготовку рабочих мест и на допуск к выполнению работ выдал (должность, фамилия или подпись)	Дата, время	Подпись работника, получившего разрешение на подготовку рабочих мест и на допуск к выполнению работ
1	2	3

Оборотная сторона наряда

Рабочие места подготовлены. Под напряжением остались:

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

Допускающий

\_\_\_\_\_  
(подпись)

Ответственный руководитель работ

(производитель работ или наблюдающий)

\_\_\_\_\_  
(подпись)

Регистрация целевого инструктажа,  
проводимого допускающим при первичном допуске

Целевой инструктаж провел		Целевой инструктаж получил	
Допускающий	_____	Ответственный руководитель работ, производитель работ (наблюдающий), члены бригады	_____
	(фамилия, инициалы)		(фамилия, инициалы)
	_____		_____
	(подпись)		(подпись)

Ежедневный допуск к работе и время ее окончания

Бригада получила целевой инструктаж и допущена на подготовленное рабочее место				Работа закончена, бригада удалена	
наименование рабочего места	дата, время	подписи (подпись, фамилия, инициалы)		дата, время	подпись производителя работ (наблюдающего) (подпись) (фамилия, инициалы)
		допускающего	производителя работ (наблюдающего)		
1	2	3	4	5	6

## ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №12

**Тема:** Составление и оформление отчетов о проделанной работе по проведению планового осмотра электрооборудования.

**Цель работы:** изучить содержание технического обслуживания токоведущих частей распределительных устройств электрических подстанций и порядок оформления отчетной документации.

**Акт № \_\_\_\_\_ сдачи-приемки пусконаладочных работ**

город \_\_\_\_\_

« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20 \_\_\_\_ г.

**Мы, нижеподписавшиеся, представитель Заказчика:**

Наименование

фирмы \_\_\_\_\_

Ф.И.О. \_\_\_\_\_

Должность \_\_\_\_\_

**и представитель Исполнителя работ:**

Наименование

фирмы \_\_\_\_\_

Ф.И.О. \_\_\_\_\_

Должность \_\_\_\_\_

составили настоящий Акт о проведении пусконаладочных работ следующего  
оборудования согласно заданию № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_:

Тип оборудования,

модель \_\_\_\_\_

Серийный

номер \_\_\_\_\_

Гарантийный

талон \_\_\_\_\_

На территории Заказчика по

адресу \_\_\_\_\_

Пусконаладочные работы были проведены Исполнителем в полном объеме и в установленный Заданием срок. Оборудование полностью комплектно (включая техническую документацию) и находится в исправном состоянии.  
Представитель Заказчика подтверждает, что замечаний и претензий к выполнению работ не имеет.

**Особые отметки** (заполняется Исполнителем):

Замечания к состоянию рабочего помещения  
Заказчика: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

Нарушения техники безопасности в рабочем  
помещении: \_\_\_\_\_

Другое: \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

Настоящий Акт составлен в двух экземплярах, имеющих одинаковую юридическую силу, и передан обоим представителям.

Работу \_\_\_\_\_ Работу принял \_\_\_\_\_  
сдал \_\_\_\_\_  
Подпись Исполнителя: \_\_\_\_\_ Подпись Заказчика: \_\_\_\_\_

М.П. \_\_\_\_\_  
Акт  
об окончании пусконаладочных работ  
(форма)

М.П. \_\_\_\_\_

город \_\_\_\_\_  
Составлен представителями:  
заказчика

“ \_\_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 20 \_\_\_\_ г.

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
пусконаладочной организации

(должность, ф. и. о.)

\_\_\_\_\_  
(должность, ф. и. о.)

в том, что с “ \_\_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 20 \_\_\_\_ г. по “ \_\_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 20 \_\_\_\_ г.

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_ (наименование пусконаладочной  
организации)

проводились пусконаладочные работы

на \_\_\_\_\_  
(наименование установки)

согласно договору № \_\_\_\_\_ от “ \_\_\_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 20 \_\_\_\_ г.

В результате проведенных работ

выполнено: \_\_\_\_\_

С подписанием настоящего акта пусконаладочные работы считаются  
выполненными, а установку, прошедшую пуско-наладочные работы, считать  
готовой для предъявления приемочной комиссии и приемке в эксплуатацию.

\_\_\_\_\_ (для дополнительной информации)

К акту

прилагаются: \_\_\_\_\_

Представители:

заказчика \_\_\_\_\_

(подпись)

пусконаладочной организации \_\_\_\_\_

(подпись)

# **Информационное обеспечение обучения**

## **Печатные и электронные издания**

### **Основные учебные издания:**

1. Козлов, А. Н. Собственные нужды тепловых, атомных и гидравлических станций и подстанций: учебное пособие для СПО / А. Н. Козлов, В. А. Козлов, А. Г. Ротачева. — Саратов: Профобразование, 2021. — 311 с. — ISBN 978-5-4488-1154-8. — Текст: электронный // Электронный ресурс цифровой образовательной среды СПО PROФобразование: [сайт]. — URL: <https://profspo.ru/books/105156>

2. Кулеева, Л. И. Проектирование подстанции: учебное пособие для СПО / Л. И. Кулеева, С. В. Митрофанов, Л. А. Семенова. — Саратов : Профобразование, 2020. — 110 с. — ISBN 978-5-4488-0580-6. — Текст : электронный // Электронный ресурс цифровой образовательной среды СПО PROФобразование : [сайт]. — URL: <https://profspo.ru/books/92147>

3. Савина, Н. В. Современные электроэнергетические системы и сети : учебное пособие для СПО / Н. В. Савина. — Саратов: Профобразование, 2021. — 163 с. — ISBN 978-5-4488-1155-5. — Текст: электронный // Электронный ресурс цифровой образовательной среды СПО PROФобразование: [сайт]. — URL: <https://profspo.ru/books/105157>

### **Дополнительные учебные издания:**

4. Савина, Н. В. Электрические сети : практикум для СПО / Н. В. Савина, Ю. В. Мясоедов, В. Ю. Маркитан. — Саратов: Профобразование, 2021. — 253 с. — ISBN 978-5-4488-1149-4. — Текст: электронный // Электронный ресурс цифровой образовательной среды СПО PROФобразование: [сайт]. — URL: <https://profspo.ru/books/105163>

### **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 система:**

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