

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования

**«Петербургский государственный университет путей сообщения  
Императора Александра I»  
(ФГБОУ ВО ПГУПС)  
Петрозаводский филиал**

ОДОБРЕНО

на заседании цикловой комиссии

протокол № 6

от «16» июня 2017 г.

Председатель цикловой комиссии:

Аблаев В.В.

УТВЕРЖДАЮ

Начальник УМО

А.В. Калько

А.В. Калько

### **МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ**

**по организации и проведению практических занятий и лабораторных работ**

по МДК.03.01. Безопасность работ при эксплуатации и ремонте  
оборудования устройств электроснабжения

Раздел 1

Специальность: 13.02.07 Электроснабжение (по отраслям)

Выполнил: Аблаев В.В.

2017 г

## ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Методические указания по организации и проведению лабораторных работ и практических занятий разработаны в соответствии с рабочей программой ПМ.03 Обеспечение безопасности работ при эксплуатации и ремонте оборудования электрических подстанций и сетей и предназначены для выполнения практических занятий и лабораторных работ обучающимися.

Практические занятия по МДК.03.01. Безопасность работ при эксплуатации и ремонте оборудования устройств электроснабжения направлены на усвоение знаний, освоение умений и формирование элементов общих и профессиональных компетенций, предусмотренных рабочей программой профессионального модуля.

В результате освоения учебной дисциплины обучающийся 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.

### **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 расчёты заземляющих устройств и грозозащиты;

### **иметь практический опыт:**

- подготовки рабочих мест для безопасного производства работ;
- оформления работ нарядом-допуском в электроустановках и на линиях электропередачи;

**В результате освоения междисциплинарного курса происходит поэтапное формирование элементов общих и профессиональных компетенций:**

ОК 1. Понимать сущность и социальную значимость своей будущей профессии, проявлять к ней устойчивый интерес.

ОК 2. Организовывать собственную деятельность, выбирать типовые методы и способы выполнения профессиональных задач, оценивать их эффективность и качество.

ОК 3. Принимать решения в стандартных и нестандартных ситуациях и нести за них ответственность.

ОК 4. Осуществлять поиск и использование информации, необходимой для эффективного выполнения профессиональных задач, профессионального и личностного развития.

ОК 5. Использовать информационно-коммуникационные технологии в профессиональной деятельности.

ОК 6. Работать в коллективе и команде, эффективно общаться с коллегами, руководством, потребителями.

ОК 7. Брать на себя ответственность за работу членов команды (подчиненных), результат выполнения заданий.

ОК 8. Самостоятельно определять задачи профессионального и личностного развития, заниматься самообразованием, осознанно планировать повышение квалификации.

ОК 9. Ориентироваться в условиях частой смены технологий в профессиональной деятельности.

ПК 3.1. Обеспечивать безопасное производство плановых и аварийных работ в электрических установках и сетях.

ПК 3.2. Оформлять документацию по охране труда и электробезопасности при эксплуатации и ремонте электрических установок и сетей.

Рабочей программой предусмотрено выполнение обучающимися практических занятий, включая, как обязательный компонент практические задания с использованием персонального компьютера.

Распределение результатов освоения учебного материала в ходе выполнения заданий на практических занятиях происходит в соответствии с таблицей 1.

Таблица 1 – Распределение результатов освоения учебного материала

| Элемент модуля   | Контрольн о-оценочные мероприятия                       | Результаты  |  |   | Поэтапно формируемые элементы общих и профессиональных компетенций |
|--|---|---|--|---|--|
|  |   | усвоенные знания  | освоенные умения   | практический опыт   |  |
| <b>МДК.03.01.</b><br>Безопасность работ при эксплуатации и ремонте оборудования устройств электроснабжения<br><b>Раздел 1</b><br>Обеспечение безопасности работ при эксплуатации и ремонте оборудования электрических подстанций и сетей | Практические занятия №1-10<br>Лабораторные работы № 1-3 | - правила безопасного производства отдельных видов работ в электроустановках и электрических сетях; | - обеспечивать безопасные условия труда при производстве работ в электроустановках и электрических сетях при плановых и аварийных работах;<br>- выполнять расчёты заземляющих устройств и грозозащиты; | - подготовки рабочих мест для безопасного производства работ; | ПК 3.1.<br>ОК 1-9  |

Содержание практических занятий охватывает весь круг умений и компетенций, на формирование которых направлен МДК.03.01. Безопасность работ при эксплуатации и ремонте оборудования устройств электроснабжения.

### **Перечень практических занятий**

1. Оформление суточной ведомости энергодиспетчера.
2. Оформление работ в оперативном журнале.
3. Оформление допуска бригады к выполнению работ в электроустановках по наряду.
4. Оформление и выполнение работ по распоряжению.
5. Оформление и выполнение работы в порядке текущей эксплуатации.
6. Выполнение технических мероприятий по подготовке рабочего места для ремонта разъединителя.
7. Выполнение технических мероприятий по подготовке рабочего места на кабельной линии электропередачи.
8. Выполнение технических мероприятий по подготовке рабочего места на воздушной линии электропередачи.
9. Расчет заземляющих устройств.
10. Расчет молниезащиты объекта.

### **Перечень лабораторных работ**

1. Оперативные переключения и подготовка места работы на присоединении трансформаторной подстанции.
2. Подготовка места работы места ремонта оборудования комплектного распределительного устройства на выкатываемых тележках.
3. Измерение сопротивления заземляющего устройства электроустановки.

## Практическое занятие №1

### Оформление суточной ведомости энергодиспетчера.

**Цель занятия:** научиться заполнять суточную ведомость энергодиспетчера.

**Обеспеченность занятия(выдаются преподавателем):**

1. Бланк суточной ведомости энергодиспетчера.
2. Заполненные бланки нарядов.

### Краткие теоретические сведения

Суточная ведомость (форма ЭУ-89 формата А1) заполняется дежурным энергодиспетчером ежедневно на начало железнодорожных суток – 18.00. Не допускается уменьшение формата. Заполненные в течение месяца ведомости должны находиться на диспетчерском пункте. По истечении месяца могут быть удалены и храниться в пределах доступности в течение 3-х месяцев для анализа работы энергодиспетчера.

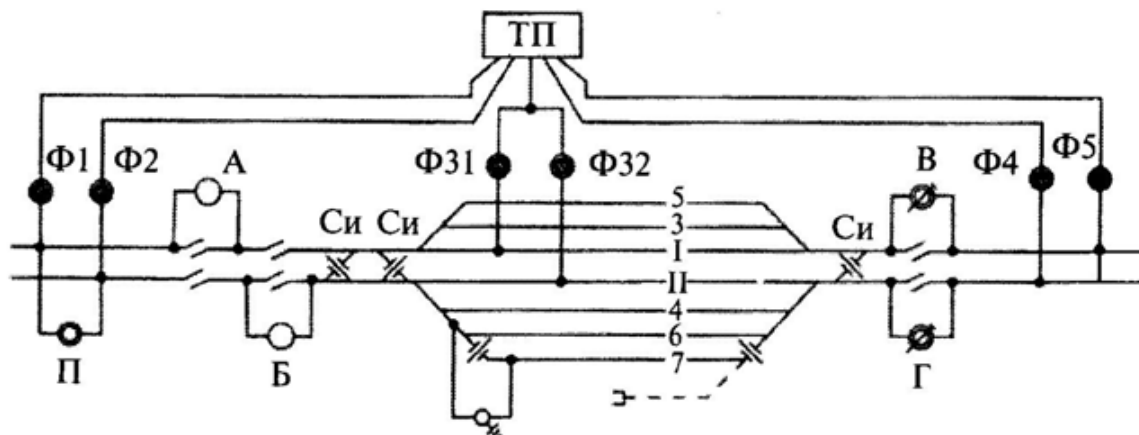


Рис. 1. Схема питания и секционирования контактной сети

Распоряжением по дистанции электроснабжения должна быть установлена нормальная схема питания и секционирования контактной сети, ВЛ АБ и ПЭ, схема электроснабжения тяговых, трансформаторных подстанций, электроснабжения узлов (далее – распоряжение по нормальной схеме). Распоряжение по нормальной схеме по каждому ЭЧ должно быть направлено в энергодиспетчерскую, в отдел оперативно-диспетчерского управления центров, в чьем штате находятся энергодиспетчеры.

### **Порядок выполнения**

1. По нарядам, выданным преподавателем, заполнить таблицы суточной ведомости, используя раздаточный материал.
2. Заполнить таблицы ведомости по работе защит на подстанции.

### **Содержание отчета**

1. Заполненный бланк суточной ведомости энергодиспетчера.
2. Ответы на контрольные вопросы.
3. Вывод.

### **Контрольные вопросы**

1. Что такое нормальная схема питания и секционирования контактной сети, ВЛ АБ и ПЭ, схема электроснабжения тяговых, трансформаторных подстанций, электроснабжения узлов?
2. Сколько хранится суточная ведомость?
3. Кто дает информацию о расположении лейтеров?

## ***Практическое занятие №2***

### **Оформление работ в оперативном журнале**

***Цель занятия:*** научиться заполнять оперативный журнал.

***Обеспеченность занятия (выдаются преподавателем):***

1. Бланк оперативного журнала
2. Раздаточный материал для заполнения журнала.

### **Краткие теоретические сведения**

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

Записи в оперативный журнал следует вносить в хронологическом порядке в соответствии с имеющими графами. Между записями не должно быть пропущенных незаполненных строк. Незаполненные пропущенные строки прочеркиваются зигзагом. Правильность ведения записей в оперативном журнале должен проверять ежемесячно руководитель подразделения,

ежеквартально – руководитель дистанции электроснабжения. Заполненные журналы должны храниться в течение 3-х лет со дня последней записи.

### **Порядок выполнения**

1. Записать циркулярный приказ в оперативном журнале.
2. Записать приказ на подготовку рабочего места на контактной сети.
3. Записать приказ на работу.

### **Содержание отчета**

1. Заполненный лист оперативного журнала.
2. Заполненный приказ на подготовку рабочего места.
3. Заполненный приказ на работу.
4. Ответы на контрольные вопросы.
5. Вывод.

### **Контрольные вопросы**

1. В каких подразделениях дистанции ведутся оперативные журналы?
2. Кто заполняет оперативный журнал?
3. Какими сокращениями можно пользоваться при заполнении журнала?

## ***Практическое занятие №3***

### **Оформление допуска бригады к выполнению работ в электроустановках по наряду.**

***Цель занятия:*** научиться оформлять допуск бригады к выполнению работы в электроустановках по наряду.

### ***Обеспеченность занятия (выдаются преподавателем):***

1. Бланк наряда формы ЭУ-44.
2. Задание на работу.
3. Схема рабочего места.

### **Краткие теоретические сведения**

Наряд оформляется в двух экземплярах. При передаче по телефону, радио наряд выписывается в трех экземплярах. В последнем случае работник, выдающий наряд оформляет один экземпляр, а работник, принимающий текст в виде телефонограммы или радиограммы, факса или электронного письма,



заполняет два экземпляра наряда и после проверки указывает на месте подписи выдающего наряд его фамилию и инициалы, подтверждая правильность записи своей подписью. Наряд также разрешено оформлять в электронном виде и передавать по электронной почте.

В тех случаях, когда производитель работ назначается одновременно допускающим, наряд, независимо от способа его передачи, заполняется в двух экземплярах, один из которых остается у выдающего наряд.

В зависимости от местных условий (расположения диспетчерского пункта), один экземпляр наряда остается у работника, выдающего разрешение на подготовку рабочего места, и допуск (диспетчера).

Число нарядов, выдаваемых на одного ответственного руководителя работ, определяет работник, выдающий наряд.

Выдающий наряд имеет право допускающему и производителю наряд (наблюдающему) выдать сразу несколько нарядов и распоряжений для поочередного допуска и работы по ним.

Выдать наряд разрешается на срок не более 15 календарных дней со дня начала работы. Наряд разрешается продлевать 1 раз на срок не более 15 календарных дней. При перерывах в работе наряд остается действительным.

Продлевать наряд имеет право выдачи наряда на работы в данной электроустановке.

Разрешение на продление наряда передается по телефону, радио или с нарочным допускающему, ответственному руководителю или производителю работ. В этом случае допускающий, ответственный руководитель или производитель работ за своей подписью указывает в наряде фамилию и инициалы работника, продлившего наряд.

Наряды, работы по которым полностью закончены, должны храниться в течение 30 суток, после чего могут быть уничтожены. Если при выполнении работ по нарядам имели место аварии, инциденты или несчастные случаи, эти наряды следует хранить в архиве организации вместе с материалами расследования.

Схема рабочего места присоединения берется из рис.2.



### **Порядок выполнения**

1. Ознакомиться с указаниями по заполнению наряда формы ЭУ – 44.
2. Начертить схему рабочего места. Выдается преподавателем по вариантам (см. рис. 2.).
3. Обозначить буквенно – цифровыми (диспетчерскими) наименованиями элементы однолинейной схемы.
4. Рассмотреть технические мероприятия для выполнения работы.
5. Оформить допуск по наряду.

### **Содержание отчета**

1. Наряд формы ЭУ-44.
2. Схема рабочего места.
3. Буквенно-цифровые (диспетчерские) наименования элементов однолинейной схемы.
4. Оформленный допуск по наряду.
5. Ответы на контрольные вопросы.
6. Вывод.

### **Контрольные вопросы**

1. Что такое наряд?
2. Сколько времени действует наряд?
3. Кто выдает наряд?
4. Какими сокращениями можно воспользоваться при заполнении наряда?

### ***Практическое занятие №4***

#### **Оформление и выполнение работ по распоряжению.**

***Цель занятия:*** научиться оформлять работы в электроустановках по распоряжению.

#### ***Обеспеченность занятия (выдаются преподавателем):***

1. Лист оперативного журнала.
2. Задание на работу.
3. Схема присоединения, где находится рабочее место.

## **Краткие теоретические сведения**

### **Организация работ по распоряжению**

В электроустановках напряжением выше 1000 В допускается выполнять по распоряжению следующие работы: на электродвигателе, от которого кабель отсоединен и концы его замкнуты накоротко и заземлены; на генераторе, от выводов которого отсоединены шины и кабели; в РУ на выкаченных тележках КРУ, у которых отсеков заперты на замок, а также работы на нетоковедущих частях, не требующие снятия напряжения и установки временных ограждений.

Допускается выполнение работ по распоряжению в электроустановках напряжением до 1000 В, кроме работ на сборных шинах РУ и на присоединениях, по которым может быть подано напряжение на сборные шины, на ВЛ с использованием грузоподъемных машин и механизмов.

При монтаже, ремонте и эксплуатации вторичных цепей, устройств релейной защиты, измерительных приборов, электроавтоматики, телемеханики, связи, включая работы в приводах и агрегатных шкафах коммутационных аппаратов, независимо от того находятся они под напряжением или нет, производителю работ разрешается по распоряжению отключать и включать вышеуказанные устройства, а также опробовать устройства защиты и электроавтоматики на отключение и включение выключателей с разрешения оперативного персонала.

В электроустановках напряжением выше 1000В одному работнику, имеющему группу III, по распоряжению допускается проводить:

- благоустройство территории ОРУ, скашивание травы, расчистку от снега дорог и проходов;
- ремонт и обслуживание устройств проводной радио- и телефонной связи, осветительной электропроводки и арматуры, расположенных вне камер РУ на высоте не более 2,5 м;
- возобновление надписей на кожухах оборудования и ограждениях вне камер РУ;
- наблюдение за сушкой трансформаторов, генераторов и другого оборудования, выведенного из работы;
- обслуживание маслоочистительной и прочей вспомогательной аппаратуры при очистке и сушке масла;
- работы на электродвигателях и механической части вентиляторов и маслонасосов трансформаторов, компрессоров;
- другие работы, предусмотренные настоящими Правилами.

По распоряжению единоличную уборку коридоров ЗРУ и электропомещений с электрооборудованием напряжением до и выше 1000В,

где токоведущие части ограждены, может выполнять работник, имеющий группу II. Уборку в ОРУ может выполнять один работник, имеющий группу III.

В помещениях с отдельно установленными распределительными щитами(пунктами) напряжением до 1000 В уборку может выполнять один работник, имеющий группу.

На ВЛ по распоряжению могут выполняться работы на нетоковедущих частях, не требующих снятия напряжения, в том числе:

- с подъемом до 3 м, считая от уровня земли до ног работающего;
- без разборки конструктивных частей опоры;
- с откапыванием стоек опоры на глубину до 0,5 м;
- по расчистке трассы ВЛ, когда не требуется принимать меры, предотвращающие падения на провода вырубаемых деревьев, либо когда обрубка веток и сучьев не связана с опасным приближением людей, приспособлений и механизмов к проводам и с возможностью падения веток и сучьев на провода.

Допускается на ВЛ одному работнику, имеющему группу II выполнять по распоряжению следующие работы:

- осмотр ВЛ в светлое время суток при благоприятных метеоусловиях, в том числе с оценкой состояния опор, проверкой загнивания деревянных оснований опор;
- восстановление постоянных обозначений на опоре;
- замер габаритов угломерными приборами;
- противопожарную очистку площадок вокруг опор;
- окраску бандажей на опорах.

### **Порядок выполнения**

1. Ознакомиться с организацией работ по распоряжению.
2. Начертить схему рабочего места.
3. Обозначить буквенно-цифровыми (диспетчерскими) наименованиями элементы однолинейной схемы.
4. Разобрать алгоритм технических мероприятий для выполнения работы.
5. Оформить распоряжение на работу.

## **Содержание отчета**

1. Схема рабочего места.
2. Диспетчерские наименования оборудования в схеме присоединения, где будет производиться работа.
3. Бланк листа оперативного журнала с выписанным распоряжением.
4. Ответы на контрольные вопросы.
5. Вывод.

## **Контрольные вопросы**

1. Что такое распоряжение?
2. Кто имеет право выдавать распоряжение?
3. Как оформляются технические мероприятия по распоряжению?
4. Какие изменения можно вносить в распоряжение?

## ***Практическое занятие № 5***

### **Оформление и выполнение работы в порядке текущей эксплуатации**

***Цель занятия:*** научиться оформлять работы в электроустановках в порядке текущей эксплуатации.

#### ***Обеспеченность занятия (выдаются преподавателем):***

1. Лист оперативного журнала.
2. Задание на работу.

### **Краткие теоретические сведения**

#### **Организация работ, выполняемых в порядке текущей эксплуатации согласно перечню**

Небольшие по объему виды работ, выполняемые в течение текущей эксплуатации, должны содержаться в заранее разработанном и подписанном техническим руководителем или ответственным за электрохозяйство, утвержденном руководителем организации перечне работ. При этом должны быть соблюдены следующие требования:

— работа в порядке текущей эксплуатации (перечень работ) распространяется только на электроустановки напряжением до 1000 В;

— работа выполняется силами оперативного или оперативно-ремонтного персонала на закрепленном за этим персоналом оборудовании, участке.

Подготовка рабочего места осуществляется теми же работниками, которые в дальнейшем выполняют необходимую работу.

Работа в порядке текущей эксплуатации, включенная в перечень, является постоянно разрешенной, на которую не требуется каких-либо дополнительных указаний, распоряжений, целевого инструктажа.

При оформлении перечня работ в порядке текущей эксплуатации следует учитывать условия обеспечения безопасности и возможности единоличного выполнения конкретных работ, квалификацию персонала, степень важности электроустановки в целом или ее отдельных элементов в технологическом процессе.

Перечень должен содержать указания, определяющие виды работ, разрешенные к выполнению бригадой.

В перечне должен быть указан порядок регистрации работ, выполняемых в порядке текущей эксплуатации( уведомление вышестоящего оперативного персонала о месте и характере работы, ее начале и окончании, оформлении работы записью в оперативном журнале и т.п.).

К работам, выполняемым в порядке текущей эксплуатации электроустановках напряжением до 1000 В, могут быть отнесены:

- работы в электроустановках с односторонним питанием;
- отсоединение, присоединение кабеля, проводов электродвигателя, другого оборудования;
- ремонт магнитных пускателей, рубильников, контакторов, пусковых кнопок, другой аналогичной пусковой и коммутационной аппаратуры при условии установки ее вне щитов и сборок;
- ремонт отдельных электроприемников (электродвигателей, электрокалориферов и т.д.);
- ремонт отдельно расположенных магнитных станций и блоков управления, уход за щеточным аппаратом электрических машин;
- снятие и установка электросчетчиков, других приборов и средств измерений;
- замена предохранителей, ремонт осветительной электропроводки и арматуры, замена ламп и чистка светильников, расположенных на высоте не более 2,5 м;

— другие работы, выполняемые на территории организации, в служебных и жилых помещениях, складах, мастерских и т.д.

Приведенный перечень работ не является исчерпывающим и может быть дополнен решением руководителя организации. В перечне должно быть указано, какие работы могут выполняться единолично.

### **Порядок выполнения**

1. Ознакомиться с организацией работ, выполняемых в порядке текущей эксплуатации согласно перечню.
2. Оформить работу в порядке текущей организации.

### **Содержание отчета**

1. Заполненный лист оперативного журнала.
2. Перечень работ согласно полученного задания.
3. Ответы на контрольные вопросы.
4. Выводы.

### **Контрольные вопросы**

1. Кто выполняет работы в порядке текущей эксплуатации?
2. По каким условиям производятся работы в порядке текущей эксплуатации?
3. Кто утверждает перечень работ?
4. Проводится ли целевой инструктаж при выполнении работы в порядке текущей эксплуатации?

### ***Практическое занятие №6***

#### **Выполнение технических мероприятий по подготовке рабочего места для ремонта разъединителя**

***Цель занятия:*** научиться выполнять технические мероприятия по подготовке рабочего места для ремонта разъединителя.

***Обеспеченность занятия (выдаются преподавателем):***

1. Схема присоединения.
2. Задание на работу.



## **Краткие теоретические сведения**

Операции с коммутационными аппаратами выполняются в последовательности, определяемой назначением этих аппаратов и соблюдением условий безопасности для лиц, выполняющих переключения. В локальных инструкциях предприятий указываются и проверочные действия, которые выполняются персоналом в процессе переключений.

Далее приводится последовательность операций с коммутационными аппаратами при переключениях в схемах электроустановок, выполненных в основном по типовым проектным решениям. Во всех других случаях последовательность операций определяется местными инструкциями.

Технические мероприятия по подготовке рабочего места для ремонта линейного разъединителя:

- отключить выключатель, вывесить запрещающий плакат;
- снять предохранители цепей управления выключателем;
- отключить линейный разъединитель, вывесить запрещающий плакат;
- отключить шинный разъединитель, вывесить запрещающий плакат;
- установить переносные заземления на линейный разъединитель, вывесить плакаты безопасности.

## **Порядок выполнения работ**

1. Ознакомиться с организацией работ.
2. Начертить схему присоединения.
3. Обозначить буквенно-цифровыми (диспетчерскими) наименованиями элементы однолинейной схемы.
4. Разработать алгоритм оперативных переключений для вывода в ремонт линейного разъединителя.

## **Содержание отчета**

1. Схема присоединения.
2. Буквенно-цифровые (диспетчерские) наименования элементов однолинейной схемы.
3. Алгоритм оперативных переключений для вывода в ремонт линейного разъединителя.
4. Ответы на контрольные вопросы.
5. Выводы.

## **Контрольные вопросы**

1. Каково назначение разъединителя?
2. Какие условия производства работ на разъединителе?
3. Почему разъединителем нельзя оперировать под нагрузкой?
4. Требуется ли производителю работ повторное разрешение для подготовки рабочего места после опробования коммутационного аппарата?

## ***Практическое занятие №7***

### **Выполнение технических мероприятий по подготовке рабочего места на кабельной линии электропередачи**

***Цель занятия:*** научиться выполнять технические мероприятия по подготовке рабочего места для ремонта кабельной линии электропередачи.

#### ***Обеспеченность занятия (выдаются преподавателем):***

1. Схема присоединения.
2. Задание на работу.

## **Краткие теоретические сведения**

В электроустановках подстанции И КЛ напряжением выше 1000 В по наряду должны производиться работы:

- со снятием напряжения;
- без снятия напряжения на токоведущих частях и вблизи них;
- без снятия напряжения вдали от токоведущих частей, находящихся под напряжением, когда требуется установка временных ограждений;
- с применением в РУ механизмов и грузоподъемных машин.

Остальные работы вдали от токоведущих частей, находящихся под напряжением, могут выполняться по распоряжению, в том числе работы в комплектных распределительных устройствах (КРУ) и КРУ наружной установки (КРУН), на тележках с оборудованием, выкаченных из шкафов, при условии, что дверцы или шторки шкафов заперты; работы в приводах и агрегатных шкафах коммутационных аппаратов, в устройствах вторичной коммутации, релейной защиты, автоматики, телемеханики и связи.

В электроустановках напряжением до 1000 В работы на сборных шинах РУ, распределительных щитов, сборок, а также на присоединениях перечисленных устройств, по которым на сборные шины может быть подано напряжение, должны выполняться по наряду. На тупиковых присоединениях работы допускается выполнять по распоряжению.

При работе в электроустановках подстанции и на КЛ, на которых напряжение снято со всех токоведущих частей, в том числе с выводов ВЛ и КЛ, при условии, что заперт вход в соседние электроустановки (сборки и щиты напряжением до 1000 В могут оставаться под напряжением), допускается выдавать один наряд для одновременной работы на всех присоединениях.

В РУ до 10 кВ с одиночной системой шин и любым числом секций при выводе в ремонт секции разрешается выдавать один наряд для работы на шинах и на всех или части присоединений этой секции.

Допуск на все рабочие места секции может производиться одновременно; разрешается рассредоточение бригады по рабочим местам в пределах этой секции.

Запрещается подготовка к включению или опробованию под напряжением любого присоединения секции до полного окончания работ по наряду.

Один наряд для одновременного или поочередного производства работ на разных рабочих местах одного или нескольких присоединений без оформления перевода с одного рабочего места на другое с рассредоточением бригады по разным рабочим местам допускается выдавать в следующих случаях:

- при прокладке и перекладке силовых и контрольных кабелей, испытания оборудования, проверке устройств защиты, блокировки, автоматики и т.п.;

- при ремонте коммутационных аппаратов, когда их приводы находятся в другом помещении;

- при ремонте отдельного кабеля в туннеле, коллекторе, колодце, траншее, котловане;

- при ремонте отдельного кабеля, выполняемом в двух котлованах или ЗРУ и находящимся рядом котловане, когда расположение рабочих мест позволяет производителю работ (наблюдающему) осуществлять надзор за бригадой.

При производстве работ все рабочие места должны быть подготовлены до начала допуска. В случае рассредоточения бригады по рабочим местам допускается пребывание одного или нескольких членов бригады, имеющих группу по электробезопасности не ниже III, отдельно от производителя работ; членов бригады, которым предстоит находиться отдельно от производителя

работ, последний должен привести на их рабочие места и проконсультировать в отношении безопасности работы.

Последовательность операций при отключении кабельной линии электропередачи.

**Отключение:**

- отключить выключатель, вывесить запрещающий плакат;
- снять предохранители цепей управления выключателем;
- отключить линейный разъединитель, вывесить запрещающий плакат;
- включить заземляющие ножи линейного разъединителя в сторону кабельной линии, вывесить плакат безопасности.

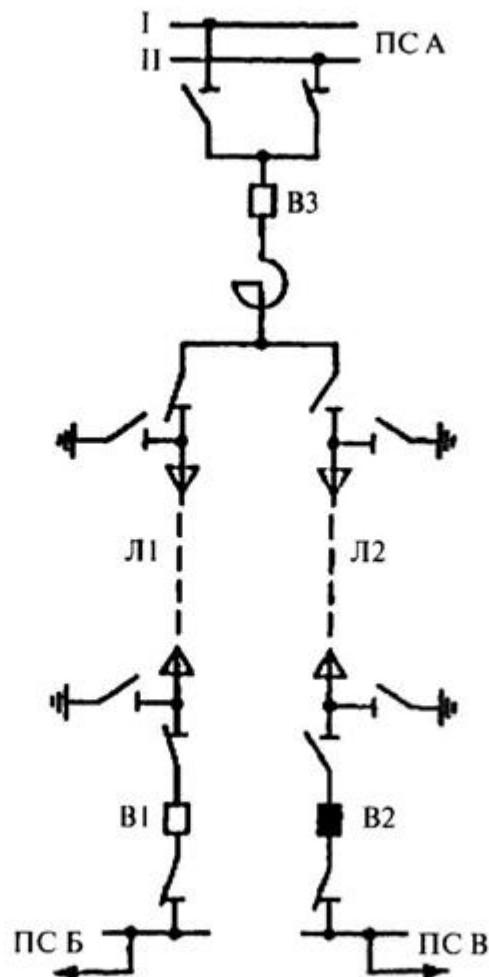


Рис. 11. Схема кабельной линии

**Порядок выполнения**

1. Ознакомиться с организацией работ на кабельных линиях.
2. Начертить схему присоединения.

3. Обозначить буквенно-цифровыми (диспетчерскими) наименованиями элементы однолинейной схемы.

4. Разработать алгоритм оперативных переключений для вывода в ремонт кабельной линии электропередачи.

### **Содержание отчета**

1. Схема присоединения.
2. Диспетчерское наименование оборудования.
3. Алгоритм оперативных переключений для вывода в ремонт кабельной линии электропередачи.
4. Ответы на контрольные вопросы.
5. Выводы.

### **Контрольные вопросы**

1. На каких расстояниях от трассы кабеля не допускается проведение землеройных работ машинами и механизмами?
2. Какие требования Правил при подвешивании кабелей?
3. Какие меры безопасности следует предпринять перед разрезанием кабеля или вскрытием соединительной муфты?
4. Какие меры безопасности необходимо соблюдать при перекладке кабеля и переносе муфты?

### ***Практическое занятие №8***

#### **Выполнение технических мероприятий по подготовке рабочего места на воздушной линии электропередачи**

**Цель занятия:** научиться выполнять технические мероприятия по подготовке рабочего места для ремонта воздушной линии электропередачи.

#### **Обеспеченность занятия (выдаются преподавателем):**

1. Схема присоединения.
2. Задание на работу.

#### **Краткие теоретические сведения**

На ВЛ по наряду должны производиться работы:

— со снятием напряжения;

— без снятия напряжения вдали от токоведущих частей, находящихся под напряжением: с подъемом выше 3 м от уровня земли, считая от ног человека;

— с разборкой конструктивных частей опоры;

— с откапыванием стоек опоры на глубину более 0,5;

— с применением механизмов и грузоподъемных машин в охранной зоне; по расчистке трассы ВЛ, когда требуется принимать меры, предотвращающие падение на провода вырубаемых деревьев;

— по расчистке трассы ВЛ 0,4-10 кВ, когда обрубка веток и сучьев связана с опасным приближением людей к проводам или с возможностью падения веток и сучьев на провода.

Остальные работы на ВЛ могут выполняться по распоряжению.

На каждую ВЛ, а на многоцепной линии и на каждую цепь выдается отдельный наряд, за исключением следующих случаев, когда допускается выдача одного наряда:

— при работах со снятием напряжения и без снятия напряжения на токоведущих частях и вблизи них на нескольких цепях многоцепной линии;

— при однотипных работах, проводимых на нескольких ВЛ без снятия напряжения вдали от токоведущих частей, находящихся под напряжением;

— при работах на ВЛ в местах пересечения;

— при работах на ВЛ напряжением до 1000 В, выполняемых поочередно с оформлением перехода с одной линии на другую.

В наряде на производство работ со снятием напряжения на ремонтируемой ВЛ должно быть указано, какие пересекающие ее линии требуется отключить и заземлить. Такое же указание должно быть внесено в наряд относительно ВЛ, проходящих вблизи ремонтируемой, если их отключение требуется по условиям производства работ. При этом заземление ВЛ, пересекающих ремонтируемую или проходящих вблизи не, должно быть выполнено до допуска к работам, и снимать заземления с них запрещается до полного окончания работ.

При перерыве в работе в связи с окончанием рабочего дня заземления, наложенные на рабочих местах ВЛ, не снимаются. На следующий день при возобновлении работы допуск бригады производится после проверки целостности и надежности присоединения оставленных заземлений.

Последовательность операций при отключении воздушной линии электропередачи.

**Отключение:**

— отключить выключатель, вывешить запрещающий плакат;

- снять предохранители цепей управления выключателем;
- отключить линейный разъединитель, вывесить запрещающий плакат;
- включить заземляющие ножи линейного разъединителя в сторону воздушной линии, вывесить плакат безопасности.

### **Порядок выполнения**

1. Ознакомиться с организацией работ на воздушных линиях электропередачи.
2. Начертить схему присоединения.
3. Обозначить буквенно-цифровыми (диспетчерскими) наименованиями элементы однолинейной схемы.
4. Разработать алгоритм оперативных переключений для вывода в ремонт воздушной линии электропередачи.

### **Содержание отчета**

1. Схема присоединения.
2. Диспетчерские наименования оборудования.
3. Алгоритм оперативных переключений для вывода в ремонт воздушной линии электропередачи.
4. Ответы на контрольные вопросы.
5. Выводы.

### **Контрольные вопросы**

1. Какой порядок проверки прочности деревянных и железобетонных опор?
2. Какими членами бригады разрешается подниматься на опору?
3. Какие требования Правил необходимо выполнять при работах на опорах?
4. По каким схемам обеспечивается безопасность персонала при выполнении работ на ВЛ без снятия напряжения?

## ***Практическое занятие №9***

### **Расчет заземляющих устройств**

***Цель занятия:*** научиться выполнять расчет заземляющих устройств.

***Обеспеченность занятия (выдаются преподавателем):***

1. Исходные данные выбрать из таблиц 1,2.

2. Рассчитать сопротивление заземляющего устройства трансформаторной подстанции 35/10 кВ. Периметр территории подстанции  $L_n$ , м. Грунт в месте сооружения — ..., удельное сопротивление которого  $\rho$ , Ом·м. В качестве вертикальных заземлителей используются стальные стержни диаметром  $d$ , мм и длиной  $l$ , м, которые погружают в грунт методом ввертывания. Верхние концы электродов располагают на глубине  $t_r$ , м от поверхности земли. К ним приваривают горизонтальные электроды стержневого типа из той же стали, т.е. диаметром  $d$ , мм. Коэффициенты сезонности для вертикального заземления  $K_{с.в}$ ; для горизонтального заземлителя  $K_{с.г}$ . Расстояние между электродами  $a$ , м.

### Краткие теоретические сведения

Заземляющими называют устройства, служащие для создания надежного пути тока через землю. Необходимость в этом появляется, когда нужно обеспечить работу электроустановки в рабочем или аварийном режиме, а также электробезопасность персонала при проведении работ в электроустановках. Если заземление выполнено с целью обеспечения экономически целесообразных условий эксплуатации оборудования электроустановки и питающей ее электрической системы, то оно называется рабочим заземлением. Примером рабочего заземления является преднамеренное соединение с землей разрядников, нейтралей трансформаторов или генераторов. Рабочим заземлением является также присоединение к заземлению молниеотводов, защищающих электроустановки от прямых ударов молнии и от индуцированных перенапряжений. Их выделяют в особый класс грозозащитных заземлений.

Защитные заземления выполняются с целью обеспечения безопасности людей. К защитному заземлению должны быть подключены все металлические части корпуса, каркасы, рамы, ограждения электрооборудования, которое нормально не находится под напряжением, но может попасть под него в случае повреждения изоляции.

Заземляющим устройством называется совокупность заземлителя и заземляющих проводников. Заземлителем называется проводник (электрод) или совокупность металлически соединенных между собой проводников (электродов), находящихся в соприкосновении с землей. Искусственным заземлителем называется заземлитель, специально выполненный для целей заземления. Естественными



заземлителями называются находящиеся в соприкосновении с землей электропроводящие части коммуникаций, зданий и сооружений производственного или иного назначения, используемых для целей заземления. Заземляющим проводником называется проводник, соединяющий заземляемые части с заземлителем.

Расчет выполняется при расположении заземлителей по контуру (периметру) площадки, на которой находится заземляемое оборудование. Для упрощения расчета не учитывается наличие естественных заземлителей (трубопроводы, железобетонные фундаменты зданий, свинцовые оболочки кабелей и др.). Вертикальные электроды (заземлители) связаны между собой горизонтально проложенной полосой (горизонтальный заземлитель). Верхний конец заземлителя заглубляется на 0,5–0,8 м от поверхности земли ( $t$ ). Сопротивление заземляющих проводников, служащих для соединения частей электроустановки с заземлителем, в расчете не учитывается. Сопротивление растеканию каждого отдельного заземлителя зависит от удельного сопротивления грунта с учетом его сезонных изменений, формы, размеров и материала электрода и других факторов. Ознакомиться с порядком расчета сопротивления заземлителя (Приложение 10).

Расчет сопротивления заземлителя выполняется таким образом.

В соответствии с ПУЭ для заданной электроустановки выбрать допустимое сопротивление заземляющего устройства  $R_z$ . Так как допустимое сопротивление  $R_z$  для распределительных устройств 110, 35, 10 и 0,4 кВ неодинаково, то для общего заземляющего устройства за расчетное сопротивление принимают наименьшее из допустимых.

Определить предварительное число вертикальных заземлителей, расположенных по контуру (периметру) с расстоянием между электродами  $a$ :

$$N'_z = \frac{L_n}{a}.$$

Рассчитать удельное сопротивление грунта для горизонтальных  $\rho_{p.g.}$  и вертикальных  $\rho_{p.v.}$  заземлителей с учетом повышающего коэффициента  $K_{c.g.}$  и  $K_{c.v.}$ , учитывающего высыхание грунта летом и промерзание его зимой по формулам:

$$\rho_{p.g.} = K_{c.g.} \cdot \rho;$$

$$\rho_{p.v.} = K_{c.v.} \cdot \rho.$$

где  $\rho$  — удельное сопротивление грунта определяется по табл. 1.

Таблица 1

## Удельное сопротивление грунта

| Грунт    | Удельное сопротивление, $\rho$ , Ом·м | Грунт    | Удельное сопротивление, $\rho$ , Ом·м |
|----------|---------------------------------------|----------|---------------------------------------|
| песок    | 700                                   | глина    | 40                                    |
| супесок  | 300                                   | чернозем | 30                                    |
| суглинок | 100                                   | торф     | 20                                    |

Сопротивление растеканию одного вертикального заземлителя (электроды) из угловой стали определить по формуле:

$$R_{\text{о.э.в.}} = \frac{0,366 \cdot \rho_{\text{р.в.}}}{l} \cdot \left( \lg \frac{2 \cdot l}{0,95 \cdot b} + \frac{1}{2} \cdot \lg \frac{4 \cdot t + 1}{4 \cdot t - 1} \right).$$

Из круглой арматурной стали или трубы:

$$R_{\text{о.э.в.}} = \frac{0,366 \cdot \rho_{\text{р.в.}}}{l} \cdot \left( \lg \frac{2 \cdot l}{d} + \frac{1}{2} \cdot \lg \frac{4 \cdot t + 1}{4 \cdot t - 1} \right),$$

где  $\rho_{\text{р.в.}}$  — расчетное удельное сопротивление грунта, Ом·м;

$l$  — длина электрода, м;

$d$  — внешний диаметр электрода, м;

$b$  — ширина полосы для угловой стали, м;

$t$  — для вертикального электрода расстояние от поверхности земли до середины электрода, м.

Ориентировочное число вертикальных заземлителей рассчитать по формуле:

$$N = \frac{R_{\text{о.э.в.}}}{R_1},$$

где  $R_1$  — принятое в пункте 1 допустимое сопротивление заземляющего устройства.

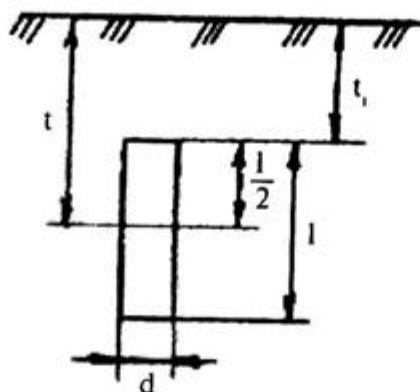


Рис. 12. Положение вертикального заземлителя (электрода)

Расчетное сопротивление горизонтальных заземлителей:

$$R_{г.э.} = \frac{0,366 \cdot \rho_{р.г.}}{\eta_{э.г.} \cdot L_n} \cdot \lg \frac{2 \cdot L_n^2}{b \cdot t_r},$$

где  $\rho_{р.г.}$  — расчетное удельное сопротивление грунта, Ом·м;

$L_n$  — длина горизонтальных заземлителей, принимается равной периметру подстанции  $L_n$ , м;

$b$  — ширина полосы, м. Если заземлитель из круглой стали диаметром  $d$ , то  $b = 2 \cdot d$ ;

$t_1$  — глубина заложения от поверхности земли, м;

$\rho_{э.г.}$  — коэффициент экранирования горизонтального заземлителя другими электродами, принимается по табл. 2.

Уточнить необходимое сопротивление вертикальных электродов с учетом проводимости горизонтальной соединительной полосы (горизонтальных заземлителей):

$$R_{в.э.} = \frac{R_{г.э.} - R_3}{R_{г.э.} - R_3},$$

Число вертикальных электродов с учетом коэффициента экранирования вертикальных электродов  $\eta_{э.в.}$ :

$$N = \frac{R_{о.в.э.}}{\eta_{э.в.} \cdot R_{в.э.}},$$

Принимают окончательное число вертикальных электродов расположенных по контуру электроустановки.

Таблица 2

### Коэффициенты экранирования

| Количество вертикальных заземлителей | Коэффициенты экранирования вертикального и горизонтального заземлителя в зависимости от отношения расстояния между электродами к длине электрода |               |               |               |               |               |
|--------------------------------------|--|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
|                                      | $a/l = 1$  |               | $a/l = 2$     |               | $a/l = 3$     |               |
|                                      | $\eta_{э.в.}$  | $\eta_{э.г.}$ | $\eta_{э.в.}$ | $\eta_{э.г.}$ | $\eta_{э.в.}$ | $\eta_{э.г.}$ |
| 10                                   | 0,55   | 0,34          | 0,69          | 0,4           | 0,76          | 0,56          |
| 20                                   | 0,47   | 0,27          | 0,64          | 0,32          | 0,71          | 0,45          |
| 30                                   | 0,43   | 0,24          | 0,60          | 0,30          | 0,68          | 0,41          |
| 50                                   | 0,40   | 0,21          | 0,56          | 0,28          | 0,66          | 0,37          |

### Порядок выполнения

1. Ознакомиться с порядком расчета сопротивления заземлителя.
2. Принять для расчета  $R_z = 10$  Ом.
3. Определить предварительно число вертикальных заземлителей.
4. Определить расчетное удельное сопротивление грунта.
5. Определить сопротивление одного вертикального заземлителя.
6. Определить число вертикальных заземлителей.
7. Определить расчетное сопротивление горизонтальных заземлителей.
8. Определить необходимое сопротивление вертикальных электродов.
9. Определить число вертикальных электродов при коэффициенте экранирования.
10. Окончательно принять к установке вертикальные электроды, расположенные по контуру подстанции.

### Пример выполнения

Рассчитать сопротивление заземляющего устройства трансформаторной подстанции 35/10 кВ. Периметр территории подстанции  $L_n = 180$  м. Грунт в месте сооружения — супесок, удельное сопротивление которого  $\rho = 300$  Ом·м. В качестве вертикальных заземлителей используются стальные стержни диаметром  $d = 15$  мм  $= 0,015$  м и длиной  $l = 3$  м, которые погружают в грунт методом ввертывания. Верхние концы электродов располагают на глубине  $t_r = 0,6$  м от поверхности земли. К ним приваривают горизонтальные электроды стержневого типа из той же стали, т.е. диаметром  $d = 15$  мм. Коэффициенты сезонности для вертикального заземления  $K_{с.в.} = 1,5$ ; для горизонтального заземлителя  $K_{с.г.} = 4,5$ . Расстояние между электродами  $a = 9$  м.

1. В соответствии с ПУЭ сопротивление заземляющего устройства для электроустановок напряжением выше 1 кВ с малым током замыкания на землю, к которым относится заданная трансформаторная подстанция, должно быть не более 10 Ом. Принимаем для расчета  $R_z = 10$  Ом.

2. Определяем предварительно число вертикальных заземлителей, расположенных по контуру с расстоянием между электродами  $a = 9$  м по формуле:

$$N'_{в.} = \frac{L_n}{a} = \frac{180}{9} = 20 \text{ шт.}$$

3. Определяем расчетное удельное сопротивление грунта для горизонтальных и вертикальных заземлителей:

$$\rho_{р.г.} = K_{с.г.} \cdot \rho = 4,5 \cdot 300 = 1350 \text{ Ом} \cdot \text{м};$$

$$\rho_{р.в.} = K_{с.в.} \cdot \rho = 1,5 \cdot 300 = 450 \text{ Ом} \cdot \text{м}.$$

4. Определяем сопротивление одного вертикального заземлителя из круглой арматурной стали диаметром  $d = 0,015$  м по формуле:

$$R_{о.в.э.} = \frac{0,366 \cdot \rho_{р.в.}}{1} \cdot \left( \lg \frac{2 \cdot l}{d} + \frac{1}{2} \cdot \lg \frac{4 \cdot t + 1}{4 \cdot t - 1} \right) = \frac{0,366 \cdot 450}{3} \times$$

$$\times \left( \lg \frac{2 \cdot 3}{0,015} + \frac{1}{2} \cdot \lg \frac{4 \cdot 2,1 + 3}{4 \cdot 2,1 - 3} \right) = 148,1 \text{ Ом},$$

где  $t = t_r + 0,5 \cdot l = 0,6 + 0,5 \cdot 3 = 2,1$  м.

5. Ориентировочное число вертикальных заземлителей:

$$N = \frac{R_{\text{о.в.э.}}}{R_3} = \frac{148,1}{10} = 14,8 \approx 15.$$

6. Определяем расчетное сопротивление горизонтальных заземлителей:

$$R_{\text{г.э.}} = \frac{0,366 \cdot \rho_{\text{р.г.}}}{\eta_{\text{э.г.}} \cdot L_{\text{г.}}} \cdot \lg \frac{2 \cdot L_{\text{г.}}^2}{b \cdot t_{\text{г.}}} = \frac{0,366 \cdot 1350}{0,45 \cdot 180} \cdot \lg \frac{180^2}{0,015 \cdot 0,6} = 40 \text{ Ом},$$

где  $\eta_{\text{э.г.}}$  — определяем по таблице для  $N = 20$  при  $a/l = 3$ .

7. Уточняем необходимое сопротивление вертикальных электродов:

$$R_{\text{в.э.}} = \frac{R_{\text{г.э.}} \cdot R_3}{R_{\text{г.э.}} - R_3} = \frac{40 \cdot 10}{40 - 10} = 13,3 \text{ Ом}.$$

8. Определяем число вертикальных электродов при коэффициенте экранирования  $\eta_{\text{э.в.}} = 0,71$  из таблицы при  $N = 20$  и при  $a/l = 3$ :

$$N = \frac{R_{\text{о.в.э.}}}{\eta_{\text{э.в.}} \cdot R_{\text{в.э.}}} = \frac{148,1}{0,71 \cdot 13,3} = 15,67 \approx 16.$$

Окончательно принимаем к установке 16 вертикальных электродов, расположенных по контуру подстанции.

### Содержание отчета

1. Название и цель работы.
2. Расчет заземляющего устройства.
3. Ответы на контрольные вопросы.
4. Выводы.

### Контрольные вопросы

1. Как выбирают допустимое сопротивление заземляющего устройства?
2. На что влияет удельное сопротивление грунта?
3. Как определяют необходимое сопротивление  $R$  вертикальных электродов?
4. Как определяют число вертикальных электродов?

## Практическое занятие №10.

### Расчет молние защиты объекта

**Цель занятия:** научиться выполнять расчет молниезащиты объекта.

**Обеспеченность занятия (выдается преподавателем):**

Таблица 3

Исходные данные

|   |    |    |    |      |      |    |      |      |       |       |
|---|----|----|----|------|------|----|------|------|-------|-------|
| Высота молниеотвода $h$ , м               | 15 | 20 | 25 | 24,3 | 26,2 | 30 | 35   | 33,2 | 27,05 | 30,55 |
| Высота защищаемого оборудования $h_x$ , м | 6  | 7  | 8  | 9    | 10   | 11 | 13,5 | 12   | 12,5  | 10,5  |
| Расстояние между молниеотводами $L$ , м   | 30 | 40 | 50 | 55   | 60   | 65 | 85   | 80   | 70    | 75    |

### Краткие теоретические сведения

Открытые распределительные устройства (ОРУ) и открытые подстанции 20-500 кВ должны защищаться от прямых ударов молнии в соответствии с требованиями ПУЭ. Защита ОРУ 35-200 кВ от прямых ударов молнии выполняется стержневыми молниеотводами, устанавливаемыми, как правило, на конструкциях ОРУ. Это удешевляет сооружение молниеотводов. Если установка молниеотводов на конструкциях не допускается или не целесообразно по конструктивным соображениям, то защиту следует выполнять отдельностоящими молниеотводами, имеющими обособленными заземлители с сопротивлением заземления не более 80 Ом. Заземлители молниеотводов в ОРУ присоединяются к заземляющему устройству ОРУ (подстанции).

Зона защиты молниеотвода – пространство, внутри которого здание или сооружение защищено от прямых ударов молнии с надежностью не ниже определенного значения. В зависимости от степени надежности различают два типа зон: зона типа А, обладающая высокой степенью надежности (99,5% и выше), и зоны защиты типа Б (95% и выше).

Зона защиты одиночного стержневого молниеотвода высотой  $h \leq 150$  м. представляет с собой круговой шатер (рис. 13).

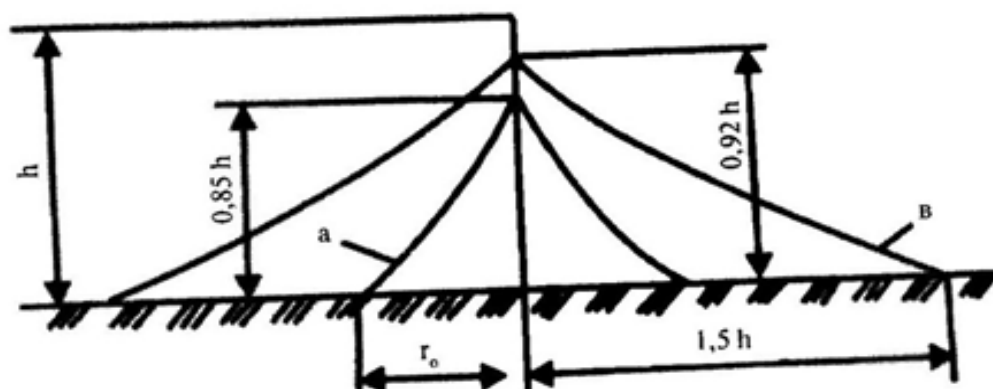


Рис. 13. Зона защиты одиночного стержневого молниеотвода

Далее приведены формулы для расчета зоны защиты типа Б. Вершина шатра находится на высоте  $h_0 = 0,92h$ . На уровне земли зона защиты образует круг радиусом  $r_0 = 1,5h$ . (рис. 14).

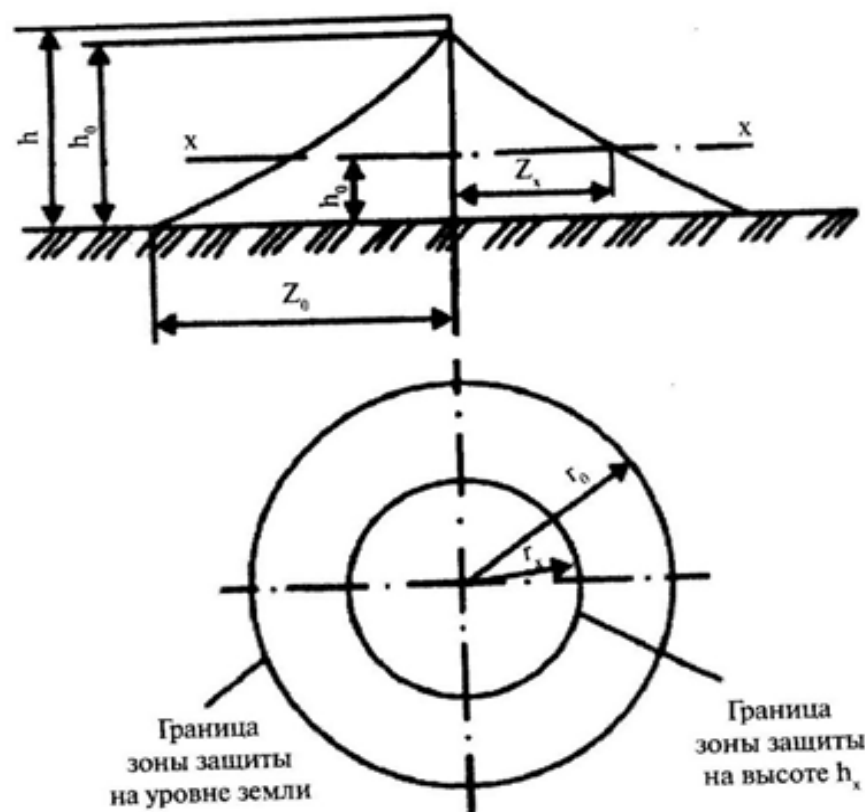


Рис. 14. Границы зоны защиты



Горизонтальное сечение зоны защиты на высоте защищаемого сооружения представляет собой круг радиусом:

$$r_x = 1,5 \cdot (h).$$

Зона защиты двойного стержневого молниесвода одинаковой высоты приведена на рис. 10.

Для построения зоны защиты двойного стержневого молниесвода следует дополнительно рассчитать наименьшую высоту зоны между молниесводами  $h_c$  при условии:

$$h < L \leq 6 \cdot h;$$

$$h_c = h_0 - 0,14 \cdot (L - h).$$

И наименьшую ширину зоны защиты на высоте  $h_x$ :

$$b_x = 2 \cdot r_0 \cdot \left( \frac{h_c - h_x}{h_c} \right).$$

По полученным результатам следует начертить зоны защиты, приняв масштаб, например,  $M = 10 \text{ м/см}$  (рис. 15).

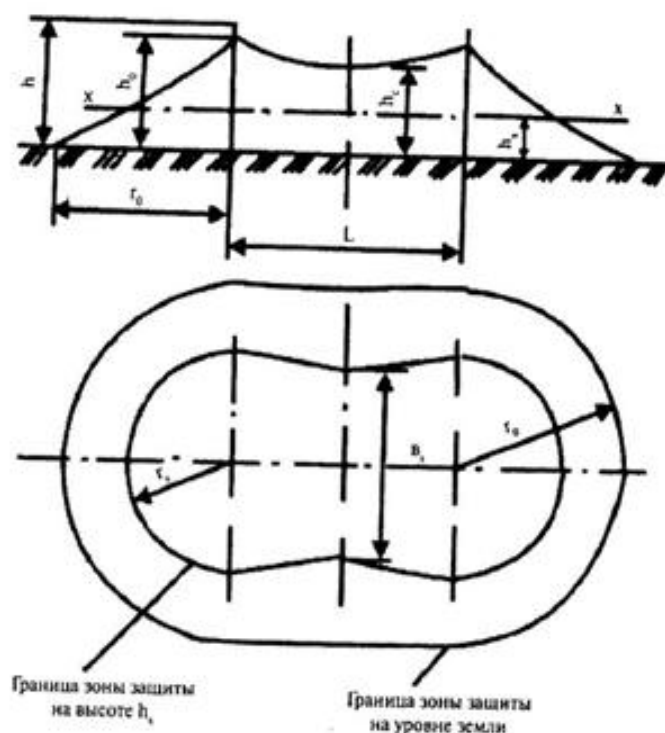


Рис. 15. Пример вычерченной зоны защиты

## **Порядок выполнения**

1. Ознакомиться с порядком расчета молниезащиты.
2. Рассчитать и построить зоны защиты одиночного и двойного стержневых молниеотводов высотой  $h$ .
3. Для построения зоны защиты определить:
  - вершину  $h_0$ ;
  - радиус основания конуса  $z_0$ ;
  - радиус зоны защиты  $z_x$  на высоте  $h_x$  защищаемого объекта;
  - наименьшую высоту зоны защиты между молниеотводами  $h_c$  (в месте сужения зоны);
  - наименьшую ширину зоны защиты  $b_x$  высоте  $h_x$ .

## **Содержание отчета**

1. Название и цель работы.
2. Расчет молниезащиты объекта.
3. Ответы на контрольные вопросы.
4. Вывод.

## **Контрольные вопросы**

1. Какие бывают перенапряжения?
2. Что применяют в качестве основных защитных средств от перенапряжений?
3. Что такое зона защиты молниеотвода?

## ***Лабораторная работа №1***

### **Оперативные переключения и подготовка места работы на присоединении трансформаторной подстанции**

***Цель занятия:*** научиться выполнять оперативные переключения и подготовку рабочего места на присоединении трансформаторной подстанции.

***Обеспеченность занятия (выдаются преподавателем):***

1. Задание на работу.
2. Лист оперативного журнала.

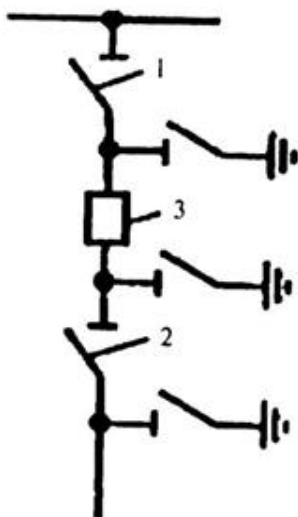


Рис. 4. Схема фидера 10 кВ

### Краткие теоретические сведения

Допуск к работе на коммутационном аппарате разрешается после выполнения технических мероприятий, предусмотренных Правилами, обеспечивающими безопасность работы, включая мероприятия, препятствующие ошибочному срабатыванию коммутационного аппарата.

Команду на выполнение операций выключателем производитель работ должен подать после того, как члены бригады будут удалены от выключателя на безопасное расстояние или в укрытие.

Для пробных включений и отключений коммутационного аппарата при его наладке и регулировке разрешается при несданном наряде временная подача напряжения в цепи оперативного тока, силовые цепи привода, а также подача воздуха на выключатели.

Установку снятых предохранителей, а также снятие на время опробования плакатов безопасности должен осуществлять оперативный персонал.

Операции по опробованию коммутационного аппарата имеет право осуществлять производитель работ, если на это получено разрешение выдавшего наряд и подтверждено записью в строке «Отдельные указания» наряда, либо оперативный персонал по требованию производителя работ.

После опробования, при необходимости продолжения работы на коммутационном аппарате, оперативным персоналом должны быть выполнены технические мероприятия, требуемые для допуска бригады к работе.

Технические мероприятия по подготовке рабочего места для ремонта выключателя переменного тока:

- 1) отключить выключатель, вывесить запрещающий плакат;
- 2) снять предохранители цепей управления выключателем;
- 3) отключить линейный разъединитель, вывесить запрещающий плакат;
- 4) отключить шинный разъединитель, вывесить запрещающий плакат;
- 5) включить заземляющие ножи шинного разъединителя, вывесить плакат безопасности;
- 6) включить заземляющие ножи линейного разъединителя в сторону выключателя, вывесить плакат безопасности;
- 7) установить переносные заземления с двух сторон выключателя, вывесить плакаты безопасности.

В электроустановках, не имеющих местного оперативного персонала, повторного разрешения для подготовки рабочего места и допуска к работе после опробования коммутационного аппарата производителю работ не требуется.

### **Порядок выполнения**

1. Ознакомиться с организацией работ.
2. Начертить схему присоединения.
3. Обозначить буквенно-цифровыми (диспетчерскими) наименованиями элементы однолинейной схемы.
4. Разработать алгоритм оперативных переключений для вывода в ремонт выключателя переменного тока.

### **Содержание отчета**

1. Схема присоединения.
2. Диспетчерское наименование оборудования.
3. Алгоритм оперативных переключений для вывода в ремонт выключателя переменного тока.
4. Ответы на контрольные вопросы.
5. Выводы.

## **Контрольные вопросы**

1. Дать определение выключателя переменного тока.
2. Какие условия производства работ на выключателе?
3. Почему выключателем можно оперировать под нагрузкой?
4. Указать места установки переносных заземлений на схеме.

## **Лабораторная работа №2**

### **Подготовка места работы места ремонта оборудования комплектного распределительного устройства на выкатываемых тележках**

**Цель занятия:** научиться выполнять подготовку места работы места ремонта оборудования комплектного распределительного устройства на выкатываемых тележках.

#### **Обеспеченность занятия (выдаются преподавателем):**

1. Схема присоединения.
2. Задание на работу.

## **Краткие теоретические сведения**

При работе на оборудовании тележки или в отсеке шкафа КРУ тележку с оборудованием необходимо выкатить в ремонтное положение, шторку отсека, в котором токоведущие части остались под напряжением, запереть на замок и вывесить плакат безопасности «Стоять! Напряжение»; на тележке или в отсеке, где предстоит работать, вывесить плакат «Работать здесь».

При работах вне КРУ на подключенном к ним оборудовании или на отходящих ВЛ и КЛ тележку с выключателем необходимо выкатить в ремонтное положение из шкафа; шторку или дверцы запереть на замок и на них вывесит плакаты «Не включать! Работают люди» или «Не включают! Работа на линии».

При этом допускается:

— при наличии блокировки между заземляющими ножами и тележкой с выключателем устанавливать тележку в контрольное положение после включения этих ножей;

— при отсутствии такой блокировки или заземляющих ножей в шкафах КРУ устанавливать тележку в промежуточное положение между контрольным и ремонтным при условии запираания ее на замок. Тележка может быть

установлена в промежуточное положение независимо от наличия заземления на присоединении.

Оперировать выкатной тележкой КРУ с силовыми предохранителями разрешается под напряжением, но без нагрузки.

Устанавливать в контрольное положение тележку с выключателем для опробования и работы в цепях управления и защиты разрешается в тех случаях, когда работы вне КРУ на отходящих ВЛ и КЛ или на подключенном к ним оборудовании, включая механизмы, соединенные с электродвигателями, не проводятся или выполнено заземление в шкафу КРУ.

В РУ, оснащенных вакуумными выключателями, испытания дугогасительных камер повышенным напряжением с амплитудным значением более 20кВ необходимо выполнять с использованием специального экрана для защиты персонала от возникающих рентгеновских излучений.

Последовательность операций при отключении комплектного распределительного устройства.

**Отключение:**

- отключается выключатель;
- проверяется, отключен ли выключатель;
- перемещается тележка с выключателем в контрольное или ремонтное положение.

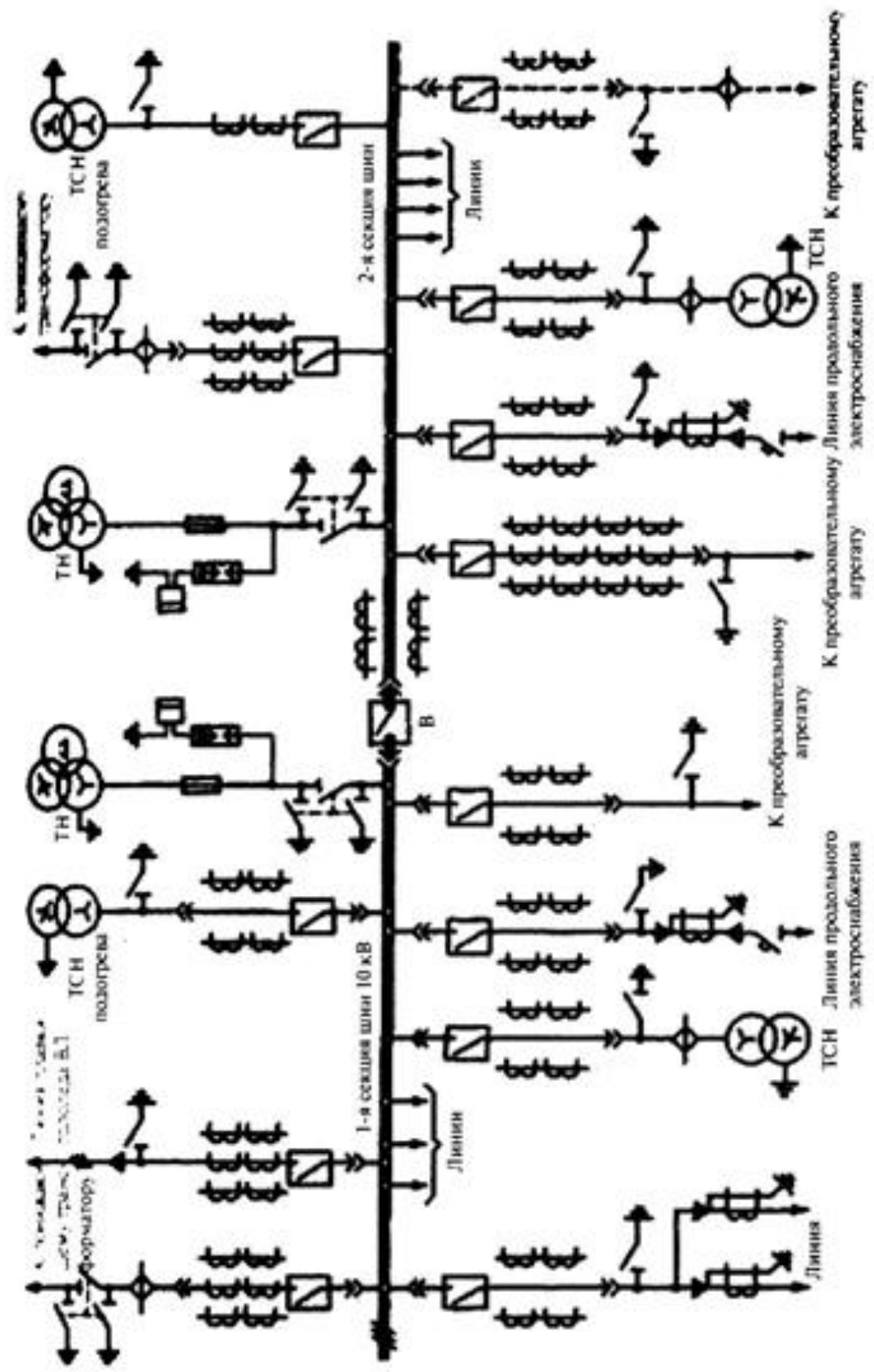


Рис. 9. Схема КРУ – 10 кВ

## **Порядок выполнения**

1. Ознакомиться с организацией работ.
2. Начертит схему КРУ.
3. Обозначить буквенно-цифровыми (диспетчерскими) наименованиями элементы однолинейной схемы.
4. Разработать алгоритм оперативных переключений для вывода в ремонт комплектного распределительного устройства.

## **Содержание отчета**

1. Схема присоединения.
2. Диспетчерское наименование оборудования.
3. Алгоритм оперативных переключений для вывода в ремонт комплектного распределительного устройства.
4. Выводы.

## **Контрольные вопросы**

1. Какие меры безопасности необходимо предпринять при работе на оборудовании тележки или в отсеке шкафа КРУ?
2. Что необходимо предпринять при работах вне КРУ на подключенном к ним оборудовании или на отходящих ВЛ и КЛ?
3. При каких условиях разрешается оперировать выкатной тележкой КРУ с силовыми предохранителями?
4. В каких случаях разрешается устанавливать тележку с выключателем в контрольное положение?

## ***Лабораторная работа №3***

### **Измерение сопротивления заземляющего устройства электроустановки**

***Цель работы:*** практически изучить принцип измерения сопротивления заземляющего устройства электроустановки.

***Обеспеченность занятия:*** измерители заземления МС-08, М-416, М-372.



## **Краткие теоретические сведения**

Проверка заземляющего устройства включает в себя: визуальный осмотр; проверку соответствия заземляющего устройства проекту и нормативной документации; измерение переходных сопротивлений соединений элементов заземляющего устройства; измерение комплексного сопротивления петли «фаза-нуль»; замер сопротивления контура заземления; вычисление приведенного сопротивления с учетом коэффициентов. Сопротивление контура заземления в силу физических и химических процессов подвержено сезонным изменениям. Для их учета вводят поправочные и сезонные коэффициенты. Если полученные данные с учетом не удовлетворяют требованиям нормативных документов, приходится устранять замечания и/или увеличивать количество электродов. По результатам измерений составляется технический отчет по приемо-сдаточным работам, который состоит из нескольких протоколов: визуального осмотра, проверки металlosвязи, измерения полного сопротивления цепи «фаза-нуль», сопротивления заземлителей и дефектной ведомости.

В объем испытаний заземляющей сети входит проверка: правильности выполнения заземляющей проводки; состояния элементов заземляющего устройства; соответствия сечений заземляющих проводников ПУЭ; состояния пробивных предохранителей; наличия цепи между заземлителями и заземляемыми элементами. Последние два испытания проводят электрическими методами, а остальные – внешним осмотром.

При проверке правильности выполнения заземляющих устройств устанавливают соответствие испытываемой сети требованиям ПУЭ и СНиП, данным проекта, ГОСТу, ПТЭ и ПТБ.

Проверка состояния элементов заземляющих устройств заключается в их внешнем осмотре и контроле надежности сварных соединений простукиванием молотком, а болтовых - осмотром и затягиванием гаек.

Для правильной оценки качества заземлителей их сопротивления измеряют в периоды наименьшей проводимости грунта – зимой и летом. Сопротивление заземляющих устройств измеряют методом амперметра - вольтметра или переносными приборами МС-08, МС-07, М-416.

## **Порядок выполнения**

1. Ознакомиться с организацией работ по измерению сопротивления заземления.

2. Начертить схему подключения приборов.
3. Изучить меры безопасности при измерении сопротивления заземления.
4. Разработать алгоритм измерения сопротивления заземления.

### **Содержание отчета**

1. Название и цель работы.
2. Схемы подключения приборов.
3. Меры безопасности при измерении сопротивления заземления.
4. Ответы на контрольные вопросы.
5. Выводы.

### **Контрольные вопросы**

1. Как проверяют состояние элементов заземляющих устройств перед их испытанием?
2. Какие приборы применяют при измерении схем заземления?
3. Как измеряют сопротивление цепи «фаза-нуль»?