



ГБПОУ «Пермский политехнический колледж имени  
Н.Г. Славянова»

## Методические указания

для обучающихся по выполнению практических работ

по

# МДК.02.01 «Организация и технология проверки электрооборудования»

профессии

13.01.10 Электромонтер по ремонту и обслуживанию  
электрооборудования (по отраслям)

Рассмотрено на заседании  
Предметной цикловой комиссии  
*Рабочие профессии*  
Протокол №8  
от 17 марта 2021 г.  
Председатель ЦК  
 Н.Ф. Никулина

### Автор:

преподаватель  
ГБПОУ «ПТК им. Н.Г. Славянова»  
*Рякин Дмитрий Алексеевич*

Пермь – 2021

## СОДЕРЖАНИЕ

	Пояснительная записка	3
1.	Практическое занятие № 1. Изучение нормативной и рабочей документации при проведении пусконаладочных работ.	5
2.	Практическая работа № 2. Измерение сопротивления изоляции силовых трансформаторов.	10
3.	Практическая работа № 3. Организация безопасных работ при проведении наладочных работ силовых трансформаторов.	12
4.	Практическая работа № 4. Проверка электрооборудования на соответствие чертежам и схемам.	19
5.	Практическая работа № 5 Наладка асинхронных электродвигателей напряжением до 1000В	25
6.	Практическая работа № 6 Составление технологических карт выполнения работ по наладке и испытаниям осветительных электроустановок	30
7.	Практическая работа № 7 Составление дефектных ведомостей на ремонт пускорегулирующей аппаратуры до 1000 В	34
8.	Практическая работа № 8 Вывод в ремонт силового трансформатора напряжением до 10 кВ для проведения наладочных работ. Оформление бланка переключений	38
9.	Практическая работа № 9 Проведение испытаний автоматических выключателей напряжением до 1000 В.	45
10	Практическая работа № 10 Аппараты и приборы, используемые для проведения пусконаладочных работ.	51
11	Практическая работа № 11 Оформление актов и протоколов испытаний при приемке КРУ	54
12	Практическая работа № 12 Порядок проведения испытаний и измерений силовых кабелей напряжением выше 1000В	60
13	ПР№13 «Оформление Акта передачи электрооборудования в эксплуатацию»	64
14	Критерии оценок	73
15	литература	74

### Пояснительная записка

Методические указания по выполнению практических занятий обучающимися по МДК. 02.01 «Организация и технология проверки электрооборудования» предназначены для обучающихся по профессии 13.01.10 Электромонтер по ремонту и обслуживанию электрооборудования (по отраслям).

Цель методических указаний: оказание помощи обучающимся в выполнении практических работ по МДК. 02.01 «Организация и технология проверки электрооборудования»

Настоящие методические указания содержат работы, которые позволят обучающимся закрепить теоретические знания, сформировать необходимые умения и навыки деятельности по профессии, направлены на формирование следующих компетенций:

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

ОК 2. Организовывать собственную деятельность, исходя из цели и способов ее достижения, определенных руководителем.

ОК 3. Анализировать рабочую ситуацию, осуществлять текущий и итоговый контроль, оценку и коррекцию собственной деятельности, нести ответственность за результаты своей работы.

ОК 4. Осуществлять поиск информации, необходимой для эффективного выполнения профессиональных задач.

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

ОК 6. Работать в команде, эффективно общаться с коллегами, руководством, клиентами.

ОК 7. Исполнять воинскую обязанность, в том числе с применением полученных профессиональных знаний (для юношей).

ПК 2.1. Принимать в эксплуатацию отремонтированное электрооборудование и включать его в работу.

ПК 2.2. Производить испытания и пробный пуск машин под наблюдением инженерно-технического персонала.

ПК 2.3. Настраивать и регулировать контрольно-измерительные приборы и инструменты.

В результате выполнения практических занятий по МДК.02.01 «Организация и технология проверки электрооборудования»

обучающиеся должны:

**иметь практический опыт:**

- заполнения технологической документации;
- работы с измерительными электрическими приборами, средствами измерений, стендами.

**уметь:**

- выполнять испытания и наладку осветительных электроустановок;
- проводить электрические измерения;
- снимать показания приборов;
- проверять электрооборудование на соответствие чертежам, электрическим схемам, техническим условиям;

**знать:**

- общую классификацию измерительных приборов;
- схемы включения приборов в электрическую цепь;
- документацию на техническое обслуживание приборов;
- систему эксплуатации и поверки приборов;
- общие правила технического обслуживания измерительных приборов.

Описание каждого практического занятия содержит: раздел, тему, количество часов, цели работы, что должен знать и уметь обучающийся, теоретическую часть, порядок выполнения работы, контрольные вопросы, учебно-методическое и информационное обеспечение.

На выполнение практических занятий по МДК.02.01 «Организация и технология проверки электрооборудования» отводится 20 часов.

## Содержание практических занятий

### Практическая работа №1

Раздел: МДК 02.01 Организация и технология проверки электрооборудования

Тема: Изучение нормативной и рабочей документации при проведении пусконаладочных работ.

Количество часов: 2 часа

#### Цели:

1. Получить практические навыки работы с механизмами, инструментами и приспособлениями для крепления электроконструкций
2. Получить практические навыки работы по заполнению технологической документации.
3. Формирование общей (профессиональной) компетенции: организовывать собственную деятельность, исходя из цели и способов её достижения, определённых руководителем, осуществлять поиск информации, необходимой для эффективного выполнения профессиональных задач.

#### Задачи:

1. Развитие умения самостоятельно решать проблемы, применять свои знания, умения, навыки при выполнении трудовых операций и оценке конечного результата.
2. Увеличение мотивации к дальнейшему росту в профессиональной деятельности

#### Порядок выполнения работы:

1. Изучите краткие теоретические сведения.
2. Изучить перечень наименования документов и соответствующей нормативной документации, переписать «Памятку» в тетрадь для практических работ.
3. Найти и изучить соответствующие СНиП, правила ПУЭ, Инструкцию по оформлению приемо-сдаточной документации по электромонтажным работам, пример Программы ПСР (Электронные документы).

№ п/п	Наименование документа	Нормативный документ	Форма	Примечание
<b>Журналы:</b>				
1	производства электромонтажных работ	3.05.06-85, п. 1.7	Произвольная.	Допускается использовать форму общего журнала работ по РД 11-05-2007
2	Кабельный журнал		Проектная форма	В составе исполнительной документации (рабочий проект)
3	Журнал прокладки кабелей	И.1.13-07 п.6.1д	И.1.13-07 форма 18	
4	Журнал монтажа кабельных муфт напряжением выше 1000 В	И.1.13-07 п.6.1е	Форма 19	
<b>Акты освидетельствования скрытых работ на:</b>				
1	прокладку кабеля в канале, траншее, лотке, коробе	3.05.06-85, п. 3.70	РД 11-02-2006 прил.3	
2	устройство механической защиты или сигнальной ленты	3.05.06-85, п. 3.70	РД 11-02-2006 прил.3	

3	монтаж заземляющего устройства и присоединения к естественным заземляющим устройствам	РД 11-02-2006 приложение 3	приложение 3	С предоставлением протокола измерения сопротивления заземляющего устройства
<b>Акты испытаний:</b>				
1	устройств молниезащиты	3.01.04-87, п.3.5,з	Произвольная.	
<b>Акты:</b>				
1	Акт технической готовности электромонтажных работ	И.1.13-07 п.2.1 б	И.1.13-07 форма 2	
2	Акт приемки-передачи оборудования в монтаж	И.1.13-07 п.2.1 д	Унифициро-ванная форма №ОС-15	
3	Акт о выявленных дефектах оборудования	И.1.13-07 п.2.1 е	Унифициро-ванная форма №ОС-16	
4	Акт передачи смонтированного оборудования для производства пусконаладочных работ	И.1.13-07 п.2.9	Форма 6б	
5	Акт рабочей комиссии о приемке оборудования после индивидуального испытания	СНиП 3.01.04-87 И.1.13-07 п.2.3	Приложение 1	
6	Акт рабочей комиссии о приемке оборудования после комплексного опробования	СНиП 3.01.04-87	Приложение 2	
7	Акт рабочей комиссии о готовности законченного строительством здания, сооружения для предъявления государственной приемочной комиссии	СНиП 3.01.04-87	Приложение 3	
8	Акт рабочей комиссии о приемке в эксплуатацию законченного строительством здания, сооружения, помещения	СНиП 3.01.04-87	Приложение 4	
9	Акт о приемке и монтаже силового трансформатора	И.1.13-07 п.3.1 а	Форма 7	Составляется для трансформатора в мощность более 2500 кВА.
10	Акт осмотра трансформатора и демонтированных узлов после его транспортирования с предприятия-изготовителя	СНиП 3.05.06-85 п.3.197		Составляется для трансформатора в мощность более 2500 кВА к Акту о приемке и монтаже силового трансформатора

11	Акт перевозки трансформатора к месту монтажа	СНиП 3.05.06-85 п.3.197		Составляется для трансформатора в мощность более 2500 кВА к Акту о приемке и монтаже силового трансформатора
12	Акт выгрузки трансформатора.	СНиП 3.05.06-85 п.3.197		Составляется для трансформатора в мощность более 2500 кВА к Акту о приемке и монтаже силового трансформатора
13	Акт осмотра канализации из труб перед закрытием	И.1.13-07 п.5.1 а	Форма 11	Документы по электропроводкам
14	Акт осмотра кабельной канализации в траншеях и каналах перед закрытием (с приложением схемы привязки наружных кабельных трасс на местности с указанием горизонтальных и вертикальных отметок п.6.3.)	И.1.13-07 п.6.1 г	Форма 17	Документы по кабельным линиям
15	Акт приемки траншей, каналов, туннелей и блоков под монтаж кабелей	И.1.13-07 п.6.1 а	Форма 14а	Документы по кабельным линиям
16	Акт готовности монолитного бетонного фундамента под опору ВЛ	И.1.13-07 п.7.1 а	Форма 20	По ВЛ
17	Акт готовности сборных железобетонных фундаментов под установку опор ВЛ	И.1.13-07 п.7.1 б	Форма 21	По ВЛ. Приложения к акту – исполнительные чертежи на фундамент, сертификаты на бетон и метизы
18	Акт замеров в натуре габаритов от проводов ВЛ до пересекаемого объекта	И.1.13-07 п.7.1 г	Форма 23	По ВЛ
<b>Протоколы:</b>				
1	Протокол испытаний давлением локальных разделительных уплотнителей или стальных труб для проводок во взрывоопасных зонах классов В-1 и В-1а	И.1.13-07 п. 5.1 б	Форма 12	Документы по электропроводкам
2	Протокол осмотра и проверки технической готовности ЭМР по аккумуляторной батарее	И.1.13-07 п. 4.1 а	Форма 9	Формы документов по аккумуляторным батареям

3	Протокол осмотра и проверки сопротивления изоляции кабелей на барабане перед прокладкой	И.1.13-07 п.6.1 б	И.1.13-07 форма 15	Документы по кабельным линиям
4	Протокол прогрева кабелей на барабане перед прокладкой при низких температурах	СНиП 3.05.07-85	И.1.13-07 форма 16	Составляется только при прокладке при низких температурах
5	Протокол измерения сопротивления изоляции	ГОСТ Р 50571.16-99 И.1.13-07	ВСН 123-90 ф.13	ВСН 123-90 устарела. Данный протокол предоставляется в техническом отчете ПНР
6	Протокол фазировки	И.1.13-07	ВСН 123-90 ф.14	ВСН 123-90 устарела. Данный протокол предоставляется в техническом отчете ПНР
7	Протокол испытаний силового кабеля напряжением выше 1000 В	п. 1.8.40 ПУЭ-7		Представляется только в случае отсутствия протокола заводских испытаний (или его копии). Испытание выполняется заказчиком в соответствии с требованием п. 1.8.40 ПУЭ-7.
<b>Ведомости:</b>				
1	Ведомость технической документации, предъявляемой при сдаче-приемке электромонтажных работ	И.1.13-07 п. 2.1 а	И.1.13-07 форма 1	
2	Ведомость смонтированного электрооборудования	И.1.13-07 п. 2.1 ж	Форма 5	
3	Ведомость изменений и отступлений от проекта	И.1.13-07 п. 2.1 в	Форма 3	
4	Ведомость электромонтажных недоделок, не препятствующих комплексному опробованию	И.1.13-07 п. 2.1 з	Форма 4	
5	Ведомость замеров при контрольном разряде аккумуляторной батареи	И.1.13-07 п. 4.1 б	Форма 10	Формы документов по аккумуляторным батареям
<b>Паспорта:</b>				
1	Паспорт воздушной линии электропередачи	И.1.13-07 п. 7.1 в	Форма 22	По ВЛ. Приложение к акту – Протоколы и измерения сопротивления

				заземляющих устройств, предъявленные комиссии, хранятся у заказчика (в наладочной организации).
2	Паспорт заземляющего устройства	И.1.13-07 п. 8.1	Форма 24	
3	Сопроводит. документация: – сертификаты, технические паспорта или другие документы, удостоверяющие качество примененных материалов, конструкций, деталей	3.01.04-87, п. 3.5-в Градостроительный кодекс РФ ст.52 п.6		

**Контрольные вопросы:**

1. Дайте определение пусконаладочным работам.
2. Перечислите *нормативные документы* в соответствии, с которыми выполняются пусконаладочные работы.
3. Охарактеризуйте этапы выполнения пусконаладочных работ.
4. Какие подготовительные мероприятия должны проводиться до начала пусконаладочных работ?
5. Какие наладочные работы могут проводиться вне зоны монтажа?
6. Какие организационные мероприятия способствуют проведению ПНР в более короткие сроки?
7. Как оформляется разрешение на производство пусконаладочных работ?
8. Какую квалификационную группу по технике безопасности должны иметь лица, выполняющие пусконаладочные работы?

## Практическая работа №2

Раздел: МДК 02.01 Организация и технология проверки электрооборудования

Тема: Измерения сопротивления силовых трансформаторов.

Количество часов: 1 час

Цели:

1. Получить практические навыки работы с механизмами, инструментами и приспособлениями для крепления электроконструкций
2. Получить практические навыки работы с мегомметром и измерять им сопротивление изоляции силового трансформатора
3. Формирование общей (профессиональной) компетенции: организовывать собственную деятельность, исходя из цели и способов её достижения, определённых руководителем, осуществлять поиск информации, необходимой для эффективного выполнения профессиональных задач.

Задачи:

1. Развитие умения самостоятельно решать проблемы, применять свои знания, умения, навыки при выполнении трудовых операций и оценке конечного результата.
2. Увеличение мотивации к дальнейшему росту в профессиональной деятельности

**Теоретическая часть:** Хорошая изоляция проводки обеспечивает исправное действие всей электроустановки, поэтому периодически мегомметром необходимо проверять ее сопротивление, которое составляет обычно десятки и сотни мегом. Мегомметр состоит из генератора постоянного тока и измерительного прибора. Изоляцию проводов измеряют при отсутствии напряжения от постоянного источника электрической энергии. Схема мегомметра М-1101 показана на рис. 1, а. При изменении сопротивления зажим Л присоединяют к одному проводу линии, а зажим З — к другому проводу или к земле. Схема включения мегомметра дана на рис. 1, б. Для измерения сопротивления изоляции вращают рукоятку с частотой 120 об/мин и по шкале определяют ее величину.

### Оборудование и аппаратура

Мегомметр М-1101 на 500 В .....1 шт.

Электродвигатель трехфазного тока любой мощности.....1 шт.

Провода соединительные многожильные площадью сечения 2,5 мм, длиной 1,5 м .....2 шт

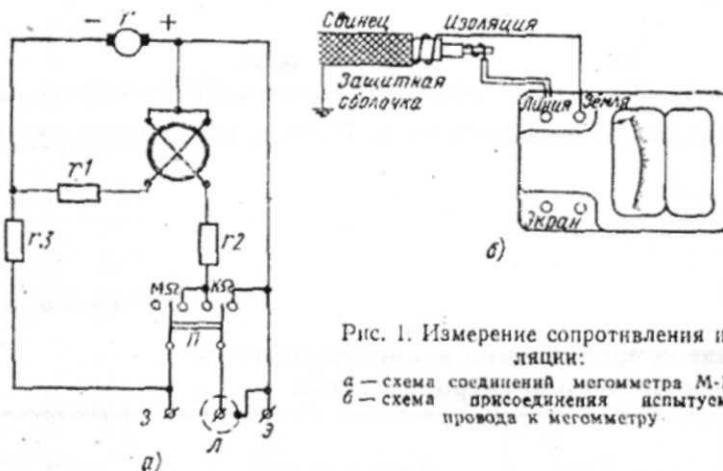


Рис. 1. Измерение сопротивления изоляции:

а — схема соединений мегомметра М-1101,  
б — схема присоединения испытуемого  
провода к мегомметру.

**Порядок выполнения работы:** Ознакомьтесь с устройством и схемой мегомметра.

1. Измерить сопротивления изоляции между проводами трехфазной линии и между каждым фазным проводом и землей; потребители электрической энергии должны быть отключены. Результаты записать в табл. 1

Таблица 1

Измерение сопротивлений изоляции проводов

Фаза — земля	$r_{из}$ , МОм	Фаза — фаза	$r_{из}$ , МОм
A — земля		A—B	
B — земля		B—C	
C — земля		C—A	

3. Измерить сопротивление изоляции всех обмоток статора трехфазного двигателя. Обмотки должны быть разомкнуты. Результаты измерений записать в табл. 2.

4. Составить отчет.

Таблица 2

Измерение сопротивления изоляции обмоток трехфазного электродвигателя

Фаза — корпус	$r_{из}$ , МОм	Фаза — фаза	$r_{из}$ , МОм
C 1 — корпус		A — B	
C 2 — корпус		A — C	
C 3 — корпус		C — A	

2 Перечислить:

параметры мегомметра, электрической линии и двигателя.

Табл. 1 и 2 с результатами измерений.

Вывод о пригодности линии и двигателя к дальнейшей эксплуатации.

#### Контрольные вопросы

1. Как устроен мегомметр?

2. Для чего измеряют сопротивление изоляции?

## Практическая работа №3

Раздел: МДК 02.01 Организация и технология проверки электрооборудования

Тема: Организация безопасных условий труда при проведении наладочных работ.  
Оформление работ по наряд-допуску силовых трансформаторов

Количество часов: 1 час

**Цели:**

1. Получить практические навыки работы с механизмами, инструментами и приспособлениями для крепления электроконструкций
2. Получить практические навыки работы заполнения технологической документации.
3. Формирование общей (профессиональной) компетенции: организовывать собственную деятельность, исходя из цели и способов её достижения, определённых руководителем, осуществлять поиск информации, необходимой для эффективного выполнения профессиональных задач.

**Задачи:**

3. Развитие умения самостоятельно решать проблемы, применять свои знания, умения, навыки при выполнении трудовых операций и оценке конечного результата.
4. Увеличение мотивации к дальнейшему росту в профессиональной деятельности

**Теоретическая часть:**

Наряд – это письменное задание на работу в электроустановках, определяющее место, время начала и окончания работы, условия её безопасного проведения, состав бригады и лиц, ответственных за безопасность работ.

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 радиogramмы, 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 работ (наблюдающему) выдать сразу несколько нарядов и распоряжений для поочередного допуска и работы по ним.

Выдавать 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 работник, выдавший наряд, или другой работник, имеющий 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.

Учет работ по нарядам и распоряжениям ведется в журнале учета работ по нарядам и распоряжениям, форма которого предусмотрена приложением N 8 к Правилам. Выдача и заполнение наряда, ведение журнала учета работ по нарядам и распоряжениям допускается в электронной форме с применением автоматизированных систем и использованием электронной подписи в соответствии с законодательством Российской Федерации.

Допускается учет работ по нарядам и распоряжениям вести иным образом, установленным руководителем организации, при сохранении состава сведений, содержащихся в журнале учета работ по нарядам и распоряжениям.

Независимо от принятого в организации порядка учета работ по нарядам и распоряжениям факт допуска к работе должен быть зарегистрирован записью в оперативном документе, в котором в хронологическом порядке оформляются события и действия по изменению эксплуатационного состояния оборудования электроустановок, выданные (полученные) команды, распоряжения, разрешения, выполнение работ по нарядам, распоряжениям, в порядке текущей эксплуатации, приемка и сдача смены (дежурства) (далее - оперативный журнал).

При выполнении работ по наряду в оперативном журнале производится запись о первичном и ежедневных допусках к работе.

Наряд разрешается выдавать на одно или несколько рабочих мест электрической цепи (оборудование и шины) одного назначения, наименования и напряжения, присоединенной к шинам РУ, генератора, щита, сборки и находящихся в пределах электростанции, подстанции (далее - присоединение) с учетом требований, указанных в пунктах 6.8, 6.9, 6.11, 6.12, 6.14 Правил по охране труда при обслуживании электроустановок.

При выводе в ремонт агрегатов (котлов, турбин, генераторов) и отдельных технологических установок (систем золоудаления, сетевых подогревателей, дробильных систем) допускается выдавать один наряд для работы на всех (или части) электродвигателях этих агрегатов (установок) и один наряд для работ в РУ на всех (или части) присоединениях, питающих электродвигатели этих агрегатов (установок).

Выдавать один наряд допускается только для работы на электродвигателях одного напряжения и присоединения одного РУ.

При работе по одному наряду на электродвигателях и их присоединениях в РУ, укомплектованном шкафами КРУ, оформление перевода с одного рабочего места на другое не требуется, разрешается рассредоточение членов бригады по разным рабочим местам. В РУ другого конструктивного исполнения допуск и работа на присоединениях электродвигателей должны проводиться с оформлением перевода с одного рабочего места на другое.

Один наряд для одновременного или поочередного выполнения работ на разных рабочих местах одной электроустановки допускается выдавать в следующих случаях:

- при прокладке и перекладке силовых и контрольных кабелей, испытаниях электрооборудования, проверке устройств защиты, измерений, блокировки, электроавтоматики, телемеханики, связи;
- при ремонте коммутационных аппаратов одного присоединения, в том числе, когда их приводы находятся в другом помещении;
- при ремонте отдельного кабеля в туннеле, коллекторе, колодце, траншее, котловане;
- при ремонте кабелей (не более двух), выполняемом в двух котлованах или РУ и находящемся рядом котловане, когда расположение рабочих мест позволяет производителю работ осуществлять надзор за бригадой.

При этом разрешается рассредоточение членов бригады по разным рабочим местам. Оформление в наряде перевода с одного рабочего места на другое не требуется.

При проведении работ согласно пунктам 6.8, 6.9, 6.11, 6.12 Правил все рабочие места должны быть подготовлены до допуска бригады на первое рабочее место.

Не допускается подготовка к включению любого из присоединений, в том числе опробование электродвигателей, до полного окончания работ по наряду.

В случае рассредоточения членов бригады по разным рабочим местам допускается пребывание одного или нескольких членов бригады, имеющих группу III, отдельно от производителя работ.

Членов бригады, которым предстоит находиться отдельно от производителя работ, последний должен привести на рабочие места и проинструктировать о мерах безопасности, которые необходимо соблюдать при выполнении работы.

Допускается выдавать один наряд для поочередного проведения однотипной работы на нескольких электроустановках, предназначенных для преобразования и распределения электрической энергии (далее - подстанциях) или нескольких присоединениях одной подстанции.

К таким работам относятся: протирка изоляторов; подтяжка контактных соединений, отбор проб и доливка масла; переключение ответвлений обмоток трансформаторов; проверка устройств релейной защиты, электроавтоматики, измерительных приборов; испытание повышенным напряжением от постороннего источника; проверка изоляторов измерительной штангой; отыскание места повреждения КЛ. Срок действия такого наряда - 1 сутки.

Допуск на каждую подстанцию и на каждое присоединение оформляется в соответствующей графе наряда.

Каждую из подстанций разрешается включать в работу только после полного окончания работы на ней.

Работа на участках ВЛ, расположенных на территории РУ, должна проводиться по нарядам, выдаваемым персоналом, обслуживающим ВЛ. При работе на концевой опоре местный оперативный персонал должен проинструктировать бригаду, провести ее к этой опоре. В электроустановках, не имеющих местного оперативного персонала, производителю работ линейной бригады разрешается получить ключ от РУ и самостоятельно проходить к опоре.

При работе на порталах ОРУ, зданиях ЗРУ, крышах комплектных распределительных устройств наружной установки (далее - КРУН) допуск линейной бригады с необходимым оформлением в наряде должен выполнять допускающий из числа оперативного персонала, обслуживающего РУ.

Выходить из РУ производитель работ с линейной бригадой имеет право самостоятельно, а отдельные члены бригады - в порядке, предусмотренном пунктом 11.3 Правил.

Работы на концевых муфтах и заделках КЛ, расположенных в РУ, должны выполняться по нарядам, выдаваемым персоналом, обслуживающим РУ. Если РУ и КЛ принадлежат разным организациям, то эти работы проводятся в соответствии с требованиями, изложенными в главе XLVI Правил.

Допуск к работам на КЛ в этих случаях осуществляет персонал, обслуживающий РУ. Работы на КЛ, проходящих по территории и в кабельных сооружениях РУ, должны выполняться по нарядам, выдаваемым персоналом, обслуживающим КЛ. Допуск к работам осуществляет персонал, обслуживающий КЛ, после получения разрешения от оперативного персонала, обслуживающего РУ.

#### **Порядок выполнения работы:**

1. Изучить правила работ в электроустановках по наряд-допуску.
2. Заполнить наряд-допуск для производства наладочных работы действующей установки (КТП,ЩСУ).

3.Найти и изучить соответствующие СНиП, правила ПУЭ, Инструкцию по оформлению приемо-сдаточной документации по электромонтажным работам, пример Программы ПСР (Электронные документы).

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	_____ (фамилия, инициалы) _____ (подпись)	Ответственный руководитель работ, производитель работ (наблюдающий), члены бригады	_____ (фамилия, инициалы) _____ (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

Регистрация целевого инструктажа, проводимого  
ответственным руководителем работ (производителем  
работ, наблюдающим)

Целевой инструктаж провел		Целевой инструктаж получил	
Ответственный руководитель работ	_____ (фамилия, инициалы) _____ (подпись)	Производитель работ, Члены бригады	_____ (фамилия, инициалы, подпись)
Производитель работ (наблюдающий)	_____ (фамилия, инициалы) _____ (подпись)	Члены бригады	_____ (фамилия, инициалы, подпись)

Изменения в составе бригады

Введен в состав бригады (фамилия, инициалы, группа)	Выведен из состава бригады (фамилия, инициалы, группа)	Дата, время (дата, время)	Разрешил (подпись) (фамилия, инициалы)
1	2	3	4

Работа полностью закончена, бригада удалена, заземления, установленные бригадой, сняты, сообщено (кому) \_\_\_\_\_

(должность)

\_\_\_\_\_  
(фамилия, инициалы)

Дата \_\_\_\_\_ время \_\_\_\_\_

Производитель работ (наблюдающий) \_\_\_\_\_  
(подпись, фамилия, инициалы)

Ответственный руководитель работ \_\_\_\_\_

**Контрольные вопросы:**

1. Как оформляется разрешение на производство пусконаладочных работ?
2. Какую квалификационную группу по технике безопасности должны иметь лица, выполняющие пусконаладочные работы?
3. Какие подготовительные мероприятия должны проводиться до начала приемосдаточных испытаний электроустановок зданий?
4. Какие организационные мероприятия способствуют проведению приемосдаточных испытаний электроустановок зданий в более короткие сроки?
5. Кто участвует в приемосдаточных испытаниях?

## Практическая работа №4

**Раздел: МДК 02.01 Организация и технология проверки электрооборудования**

**Тема: Проверка электрооборудования на соответствие чертежам, схемам.**

**Количество часов: 1 час**

### **Цели:**

1. Получить практические навыки работы с механизмами, инструментами и приспособлениями для крепления электроконструкций
2. Получить практические навыки работы с устройством мегомметра и измерять им сопротивление изоляции силового трансформатора
3. Закрепление и накопление знаний обучающихся, полученных на лекциях и при самостоятельном изучении литературы.
4. Изучить нормы и правила оценки качества при выполнении электромонтажных работ. Порядок, объём и список определяемых характеристик при проверке на соответствии смонтированного оборудования требованиям нормативной и проектной документации.
5. Формирование общей (профессиональной) компетенции: организовывать собственную деятельность, исходя из цели и способов её достижения, определённых руководителем, Осуществлять поиск информации, необходимой для эффективного выполнения профессиональных задач.

### **Задачи:**

1. Развитие умения самостоятельно решать проблемы, применять свои знания, умения, навыки при выполнении трудовых операций и оценке конечного результата.
2. Увеличение мотивации к дальнейшему росту в профессиональной деятельности

### **Теоретическая часть:**

#### **1. Область применения проверки**

##### **1.1. Цель проверки.**

Оценить качество выполненных электромонтажных работ и соответствие смонтированной электроустановки здания требованиям нормативной и проектной документации.

#### **2. Объекты проверки**

Объектами проверки являются электромонтажные работы (ЭМР) на полностью смонтированной электроустановке зданий и их соответствие утвержденному проекту и требованиям НД. Проверка осуществляется при выполнении ЭМР по следующим видам испытываемой продукции.

##### **2.1. Объем проверки.**

Объем выборки по всем видам испытываемой продукции раздела 2 (п.п.2.1.1 - 2.1.15) составляет 100%.

Требования к ЭМР электроустановок зданий, предъявляемых на испытания.

Оценка уровня качества ЭМР и соответствия их требованиям НД проводятся на полностью смонтированной электроустановке зданий.

До начала проведения испытаний Заявитель предоставляет утвержденный комплект приемо-сдаточной документации, в которой согласно ВСН 193-90 входит проектная документация, документация заводов - изготовителей электрооборудования, сертификаты на электрооборудование, кабельную продукцию, установочные изделия.

ЭМР электроустановки здания должны быть выполнены организацией, имеющей лицензию на выполнение ЭМР, в соответствии с утвержденным проектом. Отступления от проекта должны быть документально согласованы с проектной организацией и органом Энергонадзора. Монтаж должен быть произведен квалифицированным персоналом в соответствии с ГОСТ Р 50571.1 - 93 и соблюдением требований технологических карт, НД,

строительных норм и правил по выполнению видов (раздел 2: п.п. 2.1.1 - 2.1.15) электромонтажных работ.

Характеристики электрооборудования не должны ухудшаться в процессе электромонтажных работ.

Защитные и нулевой рабочий проводник должны иметь соответствующую цветовую или иную маркировку. Эти же проводники в гибких шнурах и кабелях должны иметь цветовую или цифровую маркировку (ГОСТ Р 50462 - 92). 2.3.6. Соединения между самими проводниками, а также между проводниками и электрооборудованием должны выполняться сваркой, пайкой, опрессовкой, сжимом или при помощи стальных крепежных изделий таким образом, чтобы обеспечивался надежный контакт.

## **2.2. Способ идентификации образцов.**

Идентификация электроустановки здания, ее комплектующих, установочных изделий производится визуально путем сравнения установленных типов электрооборудования ((комплектующих, установочных) с проектом, технической документацией завода - изготовителя, сертификатами на электрооборудование.

Идентификация технологии выполнения ЭМР производится путем визуального сравнения образца с технологической картой пооперационного выполнения работы.

При идентификации сечений токоведущих элементов, сечений заземляющих и зануляющих элементов применяются инструментальные методы измерений с последующим расчетом их сечений.

При идентификации контактных соединений, проверке подлежат до 3% соединений, но не менее 10 штук.

## **3. Определяемые характеристики**

### **3.1. Распределительные устройства.**

РУ должны иметь четкие надписи, указывающие назначение отдельных цепей и панелей на лицевой стороне устройств (п.4.1.3 ПУЭ).

Все металлические части РУ должны быть окрашены (п. 4.1.6 ПУЭ).

РУ должно быть заземлено (п.4.1.7 ПУЭ). 3.4.4. На приводах коммутационных аппаратов должны быть четко указаны положения "Вкл." и "Откл." (п.4.1.11 ПУЭ).

Должна быть предусмотрена возможность снятия напряжения с каждого коммутационного аппарата на время его ремонта или демонтажа. Для этой цели в необходимых местах должны быть установлены рубильники или другие отключающие аппараты (п.4.1.12 ПУЭ).

Между неподвижно укрепленными неизолированными токоведущими частями, а также между ними и неизолированными токоведущими металлическими частями должны быть обеспечены расстояния не менее 20 мм по поверхности изоляции и 12 мм по воздуху. От неизолированных токоведущих частей до ограждения должны быть обеспечены расстояния не менее 40 мм (п.4.1.14 ПУЭ).

В электропомещениях ширина проходов в свету для обслуживания должна быть не менее 0,8м, высота не менее 1,9м (п.4.1.21 ПУЭ).

Вводы в здания должны быть оборудованы ВУ или ВРУ. Перед вводами в здание не допускается устанавливать дополнительные кабельные ящики (п. 7.1.17 ПУЭ).

На каждой линии, отходящей от РУ, РЩ, ЩЭ должны устанавливаться аппараты защиты (п. 7.1.18 ПУЭ). 3.4.10 Автоматические выключатели и предохранители должны быть установлены только в цепях фазных проводов (п.7.1.21 ПУЭ).

Электрические цепи ВУ, ВРУ, ГРЩ, ВРЩ, распределительных пунктов, групповых щитков допускается выполнять проводами с алюминиевыми или алюмомедными жилами (п. 7.1.26 ПУЭ).

После счетчика должны быть установлены на групповых линиях аппараты защиты (п. 7.1.5 2 ПУЭ).

Перед счетчиком должен быть установлен 2-х полюсный выключатель (п. 7.1.53 ПУЭ).

### **3.2. Устройства автоматического включения резервного питания.**

Устройства АВР должны предусматриваться для восстановления питания потребителей путем автоматического присоединения резервного источника питания при отключении рабочего источника питания, приводящем к обесточиванию электроустановок потребителей.

Устройство АВР должно обеспечивать возможность его действия при исчезновении напряжения на шинах питаемого элемента, вызванном любой причиной (п. 3.3.31 ПУЭ).

Устройство АВР при отключении выключателя рабочего источника питания должно включать без дополнительной выдержки времени, выключатель резервного источника питания. При этом должна быть обеспечена однократность действия устройства (п. 3.3.32 ПУЭ).

Для обеспечения действия АВР должен быть предусмотрен пусковой орган напряжения (п. 3.3.33 ПУЭ).

### **3.3. Вторичные цепи**

Вторичные цепи по условиям механической прочности должны иметь сечения: для меди - не менее 1,5 мм<sup>2</sup> ; для алюминия не менее 2,5 мм<sup>2</sup> ; для токовых цепей - 2,5 мм<sup>2</sup> Cu, 4 мм<sup>2</sup> Al, (п. 3.4.4 ПУЭ).

Кабели следует присоединять к сборкам зажимов. Присоединение двух медных жил под один винт не рекомендуется, а двух алюминиевых жил не допускается (п.3.4.7 ПУЭ).

Кабели вторичных цепей, жилы кабелей и провода должны иметь маркировку (п.3.4.9 ПУЭ).

### **3.4. Аппараты защиты**

В качестве аппаратов защиты должны применяться автоматические выключатели или предохранители (п.3.1.5 ПУЭ).

Присоединение питающего проводника к аппарату защиты должно выполняться к неподвижным контактам (п. 3.1.6 ПУЭ).

Каждый аппарат защиты должен иметь надпись, указывающую номинальный ток и ток плавкой вставки (п.3.1.7 ПУЭ).

Автоматические выключатели и предохранители следует устанавливать только в цепях фазных проводов (п. 7.1.21 ПУЭ).

### **3.5. Электропроводки**

Сечения токопроводящих жил проводов и кабелей должны быть не менее 1,5 мм<sup>2</sup> Cu, 2,5 мм<sup>2</sup> Al, (п. 524.1 ГОСТ 50571.15-970).

В местах соединения, ответвления и присоединения жил проводов и кабелей должен быть предусмотрен запас, обеспечивающий возможность повторного соединения, ответвления или присоединения (п.2.1.22 ПУЭ).

Места соединения и ответвления должны быть доступны для осмотра и ремонта (п. 2.1.23 ПУЭ, п. 526.3 ГОСТ 50571 15-97).

В местах соединения провода не должны испытывать механических усилий тяжения (п.2.1.24 ПУЭ).

Места соединения должны иметь изоляцию, равноценную изоляции жил (п.2.1.25 ПУЭ).

Соединения и ответвления проводов и кабелей должны выполняться в соединительных и ответвительных коробках (п.2.1.26 ПУЭ).

Линии групповой сети, прокладываемые от групповых щитков до штепсельных розеток, должны выполняться трехпроводными (фазный, нулевой рабочий и нулевой защитный проводники). Питание стационарных однофазных электроприемников следует выполнять трехпроводными линиями. При этом нулевой рабочий и нулевой защитный проводники не следует подключать на щитке под один контактный зажим (п. 7.1.33 ПУЭ).

Электропроводка должна быть выбрана и смонтирована таким образом, чтобы предотвращалось повреждение оболочки и изоляции кабелей или изолированных проводников, а также их присоединений в процессе монтажа и эксплуатации (ГОСТ Р50571 15-97, п. 522.8.1.7).

Электропроводки жестко закрепляемые и заделываемые в стены, должны располагаться горизонтально, вертикально или параллельно кромкам стен помещения. Электропроводки, проложенные в строительных конструкциях без крепления, можно располагать по кратчайшему пути. (ГОСТ Р 50571.15-97, п. 522.8.1.7).

Монтаж электропроводки не должен понижать эксплуатационные качества строительных конструкций и пожарную безопасность (ГОСТ Р 50571.15-97, п. 527.1.2).

Электропроводки, выполненные в трубах, специальных каналах, коробах, которые проходят через элементы конструкций зданий, имеющие установленную огнестойкость должны иметь внутреннее уплотнение, обеспечивающее ту же огнестойкость, что и соответствующие элементы конструкции здания. Равным образом они должны быть загерметизированы снаружи (ГОСТ Р 50571.15-97, п. 527.2.2).

Электрические цепи с напряжением диапазонов I и II по ГОСТ Р МЭК 449-96 (380 В и 42 В) не должны находиться в одной и той же электропроводке. Кабели, имеющие изоляцию на разные напряжения, монтируются в отдельных секциях специальных кабельных каналов или коробов; или применяется прокладка в разных трубах (ГОСТ Р 50571.15-97, п. 528.1.1).

### **3.6. Маркировка, надписи.**

Цветовое обозначение токоведущих шин ВРУ. Шины заземления выполняются в соответствии с п.3.6 СНИП 3.05.06.-85.

Каждая кабельная линия должна быть промаркирована. На открыто проложенных кабелях должны быть бирки. Обозначение наносится несмываемой краской. Бирка должна быть закреплена капроновой нитью, пластмасс-лентой (п. 3.104-3. 106 СНИП 3.05 06-85).

При использовании строительных или технологических конструкций в качестве заземляющих и нулевых защитных проводников на перемычках между ними, а также в местах присоединений и ответвлений должно быть нанесено не менее двух полос желтого цвета по зеленому фону (п. 3.2260 СНИП 3.05 06-85).

Защитные и нулевые рабочие проводники должны иметь соответствующую цветовую маркировку. Нулевой рабочий проводник (N) голубого цвета, защитный или нулевой защитный проводник (PE) - зелено-желтого цвета, совмещенный нулевой рабочий и защитный проводник (PEN-проводник) зелено-желтого цвета по всей длине с голубыми метками на концах линии. Цвета фазных проводников должны выполняться по п. 22.1.31 ПУЭ, ГОСТ Р 50462-92.

На приводах коммутационных аппаратов должны быть четко указаны положения “включено”, “отключено” (п. 4.1.11 ПУЭ).

Распределительные устройства должны иметь четкие надписи, указывающие назначения отдельных цепей и панелей (п. 4.1.3 ПУЭ).

### **3.7. Приемно-сдаточная документация**

Электромонтажной организацией представляется техническая документация по сдаче - приеме электромонтажных работ, скомплектованная по форме 1 совместно с актом технической готовности электромонтажных работ по форме 2 п.2.3 ВСН 123-90.

Изменения и отступления от проекта должны быть согласованы и отражены в ведомости и электротехнической части исполнительной документации по форме 3 п.2.1, в ВСН 123-90.

К комплекту документации заводов-изготовителей электрооборудования кроме документов перечисленных в форме 1, прикладываются сертификаты на электрооборудование, кабельную продукцию, установочные изделия (Приложение №2 “Правил системы сертификации электроустановок зданий”).

По электрооборудованию щитовых, ВРУ, этажных и квартирных щитков представляется протокол по форме 8 п. 3 ВСН 123-90.

По электропроводкам представляется акт осмотра по форме 11 п. 5. ВСН 123-90.

По кабельным линиям представляется акт приемки, акт осмотра и журнал прокладки по форме 14, форме 15 и форме 18 п.3 ВСН 123-90 соответственно.

По заземляющим устройствам представляется акт скрытых работ по форме 24 п.8 ВСН 123-90. 4. Условия проверки.

#### **4. Характеристики окружающей среды.**

Время года - в течение года.

Время суток –с 8 до 17 часов.

Температура - не ниже 5° С.

Влажность - до 70 %.

#### **5. Средства поверки**

Рулетка измерительная с диапазоном измерения до 15 м, точность измерения 1 см.

Рулетка измерительная с диапазоном измерения до 3м, точность измерения 1 см.

Штанген - циркуль с диапазоном измерения до 25 см, точность измерения 0,1мм.

Секундомер с диапазоном измерения до 30 минут, точность измерения 1 сек.

Тарированный груз общим весом 50 кг.

Динамометр - 18 кг (ГОСТ 7396. 0-89).

#### **6. Порядок проведения проверки**

По определяемым характеристикам руководствоваться п.п. 3.1.3, 3.1.6 - 3.1.12, 3.1.14 - 3.1.17, 3.2.3, 3.2.4, 3.2.7 - 3.2.9, 3.3.1 - 3.3.4, 3.4.1 - 3.4.5, 3.4.8 - 3.4.13, 3.5.1 - 3.5.3, 3.6.2, 3.6.3, 3.7.1 - 3.7.3, 3.8.1 - 3.8.4, 3.8.6, 3.9.1 - 3.9.4, 3.10.2 - 3.10.7, 3.11.1, 3.11.3 - 3.11.6, 3.12.1, 3.12.2, 3.12.5, 3.12.6, 3.13.1 - 3.13.6, 3.14.1 - 3.14.7.

Подготовка образцов: полное окончание ЭМР на электроустановке здания, отбор мест проверки и объем выборки выполнить в соответствии с п.п. 2.2.1, 2.2.2, 2.4.

Порядок проведения операций по определению характеристик: визуальный осмотр и идентификация выполненных ЭМР требованиям нормативной документации.

По определяемым характеристикам руководствоваться п.п. 3.1.1, 3.1.2, 3.1.4, 3.1.5, 3.1.13, 3.2.1, 3.2.2., 3.2.5, 3.2.6, 3.3.3, 3.4.6, 3.4.6, 3.4.7, 3.6.1, 3.8.5, 3.10.1, 3.11.2, 3.12.3, 3.12.4, 3.12.8, 3.12.17.

Подготовка образцов: полное окончание ЭМР на электроустановке здания, отбор мест проверки и объем выборки выполнить в соответствии с п.п. 2.2.1, 2.2.2, 2.4.

Порядок проведения операции по определению характеристик: инструментальные замеры - средствами измерений - по п.п. 5.1 - 5.3, замеры времени - средствами измерений по п. 5.4, статическая нагрузка элементов - тарированным грузом по п. 5.5.

#### **7. Обработка данных и оформление результатов проверки**

Фиксация данных, полученных при контроле и оценке уровня качества ЭМР, производится в рабочих журналах испытателей. Определение сечений токоведущих частей элементов заземлителей производится расчетами с использованием данных инструментальных замеров геометрии проводников. Полученные значения сравниваются с соответствующими нормируемыми значениями, приведенными в НД. Все результаты испытаний, проверок, осмотров заносятся в протокол установленной формы.

#### **8. Требования безопасности**

**Испытания при контроле и оценке качества выполненных электромонтажных работ в электроустановках зданий разрешается проводить лицам, которые**

Прошли проверку знаний и получили квалификационные группы по технике безопасности не ниже 3-ей.

Прошли вводный инструктаж и инструктаж на рабочем месте по технике безопасности.

Изучили санитарные правила, действующие на объекте, касающиеся мер индивидуальной защиты и личной гигиены.

##### **8.2. Испытатель обязан**

Соблюдать требования действующих инструкций и правил по ТБ.

Пользоваться выданной спецодеждой, специальной обувью и средствами индивидуальной защиты.

Находясь на строительном-монтажной площадке пользоваться защитной каской.

Принимать меры обеспечивающие собственную безопасность и безопасность окружающих лиц.

Уметь оказать доврачебную помощь пострадавшему от электрического тока и других несчастных случаях

**Порядок выполнения работы:**

1. Произвести проверку шкафа управления (ШУ) запуска асинхронного реверсивного электродвигателя, пользуясь теоретическими материалами и документацией.
  2. Изучите краткие теоретические сведения.
  3. Проверка соответствия смонтированной схемы электроустановки проектной документации
  4. Ответить на вопросы
- 
1. Перечислите нормативные документы в соответствии, с которыми выполняются работы по проверке шкафа управления.
  2. перечислите средства проверки шкафа управления
  3. Какие организационные мероприятия способствуют проведению ПНР в более короткие сроки?
  4. Как оформляется разрешение на производство пусконаладочных работ?
  5. Какую квалификационную группу по технике безопасности должны иметь лица, выполняющие пусконаладочные работы?

## Практическая работа №5

Раздел: МДК 02.01 Организация и технология проверки электрооборудования

Тема: Наладка асинхронных электродвигателей напряжением до 1000 В.

Составление акта приёма сдачи пусконаладочных работ.

Количество часов: 1 час

Цели:

1. Приобрести практические навыки с механизмами, инструментами и приспособлениями для наладки двигателей
2. Формирование умений заполнения технологической документации.
3. Формирование общей (профессиональной) компетенции: организовывать собственную деятельность, исходя из цели и способов её достижения, определённых руководителем, Осуществлять поиск информации, необходимой для эффективного выполнения профессиональных задач.

Задачи:

1. Развитие умения самостоятельно решать проблемы, применять свои знания, умения, навыки при выполнении трудовых операций и оценке конечного результата.
2. Увеличение мотивации к дальнейшему росту в профессиональной деятельности

**Теоретическая часть: Наладка асинхронных электродвигателей напряжением до 1000 В.**

**Наладку асинхронных двигателей выполняют в следующем объеме:**

- внешний осмотр;
- проверка механической части;
- измерение сопротивления изоляции обмоток относительно корпуса и между обмотками;
- измерение сопротивлений обмоток постоянному току;
- испытание обмоток повышенным напряжением промышленной частоты;
- пробный пуск.

**Внешний осмотр асинхронного двигателя** начинают со щитка.

На щитке должны быть следующие данные:

- наименование или товарный знак завода-изготовителя,
- тип и заводской номер,
- номинальные данные (мощность, напряжение, сила тока, частота вращения, схема соединения обмотки, коэффициент полезного действия, коэффициент мощности),
- год выпуска,
- масса и ГОСТ на двигатель.

Ознакомление со щитком двигателя в начале работы является обязательным. Затем проверяют состояние внешней поверхности двигателя, его подшипниковых узлов, выходного конца вала, вентилятора и состояние клеммных выводов.

Если трехфазный двигатель не имеет составных и секционированных обмоток на статоре, то выводы обозначают в соответствии с табл.1, а при наличии таких обмоток — выводы обозначают теми же буквами, что и простые обмотки, но с дополнительными цифрами впереди прописных букв. Для многоскоростных асинхронных двигателей впереди букв ставят цифры, указывающие на число полюсов данной секции.



Таблица 1

Наименование и схема соединения обмоток	Число выводов	Наименование выводов	Обозначение выводов	
			Начало	Конец
Открытая схема	6	1-я фаза 2-я фаза 3-я фаза	C <sub>1</sub> C <sub>2</sub> C <sub>3</sub>	C <sub>4</sub> C <sub>5</sub> C <sub>6</sub>
Звезда	3 или 4	1-я фаза 2-я фаза 3-я фаза «Нуль»	C <sub>1</sub> C <sub>2</sub> C <sub>3</sub> 0	
Треугольник	3	1-я фаза 2-я фаза 3-я фаза	C <sub>1</sub> C <sub>2</sub> C <sub>3</sub>	

Таблица 2

Клеммы	Номинальная частота вращения двигателя, об/мин												
	двухскоростного					трехскоростного				четырёхскоростного			
	500	750	1000	1500	3000	750	1000	1500	3000	500	750	1000	1500
2C1, 2C2, 2C3				с	п		с	с	п	с			
4C1, 4C2, 4C3		с	с	п	з	с	с	п	з	с	с	с	п
6C1, 6C2, 6C3	с		п	с		с	п	с	с	с	с	п	с
8C1, 8C2, 8C3		п		з		п	с			с	п	с	з
12C1, 12C2, 12C3	п		з							п	с	з	с

*Примечание:* клеммы с нумерацией П — подключены к сети, С – свободны, З – закорочены.

Маркировку щитков многоскоростных двигателей и способы их включения на разные скорости можно объяснить с помощью табл. 5.2.

При внешнем осмотре асинхронного двигателя особое внимание надо обращать на состояние коробки выводов и выводные концы, в которых очень часто встречаются различные нарушения изоляции, при этом измеряют расстояние между токоведущими частями и корпусом. Оно должно быть достаточно велико, чтобы не происходило перекрытия по поверхности. Не менее важной является величина выбега вала в осевом направлении, которая по нормам не должна превышать 2 мм (по 1 мм в одну сторону) для двигателей до 40 кВт.

Большое значение имеет величина воздушного зазора, так как оказывает существенное влияние на характеристики асинхронных двигателей, поэтому после ремонтов или в случае неудовлетворительной работы двигателя измеряют воздушный зазор в четырех диаметрально противоположных точках. Зазоры должны быть одинаковы по всей

окружности и не должны отличаться в любой из этих четырех точек более, чем на 10% от среднего значения.

К асинхронным двигателям целого ряда станков, таких как резьбошлифовальные и зубошлифовальные, предъявляют особые требования с точки зрения биения и вибраций. На биение вала и вибрации электрических машин большое влияние оказывает точность обработки и состояние вращающихся частей машины. Особенно велики биения и вибрации при прогнутах вала двигателя.

Для всех машин биения нежелательны, так как при этом нарушается нормальная работа подшипниковых узлов и машины в целом. Величину биения измеряют с помощью часового индикатора, который позволяет измерять биения от 0,01 мм до 10 мм. При измерении биения вала наконечник индикатора упирают в вал, вращающийся с небольшой скоростью. По отклонению стрелки часового индикатора судят о величине биения, которая не должна превышать значений, указанных в технических условиях на станок или двигатель.

**Изоляция электрической машины** является важным показателем, так как от ее состояния зависит долговечность и надежность машины. Согласно ГОСТ сопротивление изоляции обмоток в МОм электрических машин должно быть не меньше

$$R_{из} = \frac{U_{ном}}{1000 + 0,1 \cdot P_{ном}}$$

где  $U_{ном}$  — номинальное напряжение обмотки, В;  $P_{ном}$  — номинальная мощность машины, кВт.

**Сопротивление изоляции** измеряют перед пробным пуском двигателя, а затем в процессе эксплуатации периодически, кроме того, контролируют после длительных перерывов в работе и после каждого аварийного отключения привода.

Сопротивление изоляции обмоток относительно корпуса и между обмотками измеряют при холодных обмотках и в нагретом состоянии, при температуре обмоток, равной температуре номинального режима, непосредственно перед проверкой электрической прочности изоляции обмоток.

Если в двигателе выведены начало и конец каждой фазы, то сопротивление изоляции измеряют отдельно для каждой фазы относительно корпуса и между обмотками. У многоскоростных двигателей сопротивление изоляции проверяют для каждой обмотки в отдельности.

Для измерения сопротивления изоляции электродвигателей напряжением до 1000 В применяют мегомметры на 500 и 1000 В.

Измерение проводят следующим образом, зажим мегомметра «Экран» присоединяют к корпусу машины, а второй зажим гибким проводом с надежной изоляцией присоединяют к выводу обмотки. Концы проводников должны быть заделаны в ручки из изоляционного материала с металлическим штырем, заостренным на конце, для обеспечения надежного контакта.

Ручку мегомметра вращают с частотой, примерно равной 2 об/с. Двигатели небольшой мощности имеют небольшую емкость, поэтому стрелка прибора устанавливается в положение, соответствующее сопротивлению изоляции обмотки машины.

Для новых машин сопротивление изоляции, как показала практика, колеблется при температуре 20° С в пределах от 5 до 100 МОм. К двигателям малоответственных приводов небольшой мощности и напряжением до 1000 В «Правила устройств электроустановок» не предъявляют конкретных требований к величине R. Из практики известны случаи, когда двигатели, имеющие сопротивления менее 0,5 МОм, вводились в работу, их сопротивление изоляции повышалось и в дальнейшем они работали безотказно.

Снижение сопротивления изоляции в процессе эксплуатации вызывается поверхностной влажностью, загрязнением поверхности изоляции токопроводящей пылью, проникновением в толщу изоляции влаги, химическим разложением изоляции. Для уточнения причин снижения сопротивления изоляции необходимо произвести измерение с

помощью двойного моста, например Р-316, при двух направлениях тока в контролируемой цепи. При разных результатах замеров наиболее вероятная причина — проникновение влаги в толщу изоляции.

Конкретно **вопрос о включении асинхронного двигателя в работу** должен решаться только после проведения испытания обмоток повышенным напряжением. Включение двигателя, имеющего малое значение сопротивления изоляции, без испытания повышенным напряжением допускается только в исключительных случаях, когда решается вопрос, что выгоднее: подвергнуть опасности двигатель или допустить простой дорогостоящего оборудования.

**Порядок выполнения работы:**

- Оформить акт окончания пусконаладочных работ для магистрального насоса горячей воды с асинхронным электродвигателем марки АИР – 250М2УХЛЗ мощностью 90 кВт и частотой 1500 об/мин. После проведения пусконаладочных работ оформляются акты об окончании пусконаладочных работ и акт сдачи-приёма пусконаладочных работ. Формы актов приведены ниже.

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 сдал \_\_\_\_\_

Работу принял \_\_\_\_\_

Подпись Исполнителя: \_\_\_\_\_

Подпись Заказчика: \_\_\_\_\_

М.П.

М.П.

Акт

об окончании пусконаладочных работ  
(форма)

город \_\_\_\_\_

“ \_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 20 \_\_\_ г.

Составлен представителями:

заказчика \_\_\_\_\_

(должность, ф. и. о.)

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

(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)

### Контрольные вопросы

1. Для измерения сопротивления изоляции применяются?
2. Асинхронным называется двигатель?
3. Укажите причину неисправности, если у двигателя повышенный нагрев подшипников?
4. Перечислите средства защиты от поражения электрическим током при измерении мегаометром.?

## Практическая работа №6

**Раздел:** МДК 02.01 Организация и технология проверки электрооборудования

**Тема:** Составление технологических карт выполнения работ по наладке и испытаниям осветительных электроустановок

**Количество часов:** 1 час

**Цели:**

1. Получить практические навыки работы заполнения технологической документации
2. Формирование общей (профессиональной) компетенции: организовывать собственную деятельность, исходя из цели и способов её достижения, определённых руководителем, Осуществлять поиск информации, необходимой для эффективного выполнения профессиональных задач.

**Задачи:**

1. Развитие умения самостоятельно решать проблемы, применять свои знания, умения, навыки при выполнении трудовых операций и оценке конечного результата.
2. Увеличение мотивации к дальнейшему росту в профессиональной деятельности

**Теоретическая часть:**

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 застывшими 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, осаждающаяся 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 зданий	1 раз в 3 месяца
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.

Объекты осмотра	Для помещений с нормальной средой и для установок наружного освещения	Для помещений сырых, особо сырых, пыльных, с едкими парами или газами, пожара-или взрывоопасных
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.

**Порядок выполнения работы:**

Составить технологическую карту обслуживания осветительных установок

<b>№ п/п</b>	<b>Вид работ</b>	<b>Срок проведения</b>	<b>Инструменты и приспособления</b>

## Практическая работа №7

Раздел: МДК 02.01 Организация и технология проверки электрооборудования

Тема: Составление дефектных ведомостей на ремонт пускорегулирующей аппаратуры до 1000 В

**Количество часов: 2 часа**

**Цели:**

1. Изучение основ заполнения технологической документации.
2. Закрепление и накопление знаний учащихся, полученных на лекциях и при самостоятельном изучении литературы.
3. Формирование общей (профессиональной) компетенции: организовывать собственную деятельность, исходя из цели и способов её достижения, определённых руководителем, Осуществлять поиск информации, необходимой для эффективного выполнения профессиональных задач.

**Задачи:**

1. Развитие умения самостоятельно решать проблемы, применять свои знания, умения, навыки при выполнении трудовых операций и оценке конечного результата.
2. Увеличение мотивации к дальнейшему росту в профессиональной деятельности

**Теоретическая часть:** Низковольтная пускозащитная аппаратура служит для включения и отключения главных цепей в системах, передающих электрическую энергию от источника электрической энергии к потребителю. Кроме этого, они используются в цепях управления электроприводами. К пускозащитной аппаратуре могут быть отнесены: рубильники; магнитные пускатели; автоматические выключатели; защитно-отключающие устройства (например, УВТЗ, ФУЗ и т.д.). Рубильники предназначены для нечастого включения и отключения тока в цепях напряжением до 380 В. Различают рубильники по признакам. Отключаемый рубильниками ток должен быть меньше или равен номинальному току рубильника. Технические характеристики рубильников, выпускаемых промышленностью, приведены в /1, 2, 3/. Магнитные пускатели предназначены для дистанционного включения и отключения трехфазных асинхронных электродвигателей и других токоприемников напряжением до 500 В с номинальным током до 150 А. При наличии тепловых реле они обеспечивают защиту токоприемников от перегрузок. Основные технические данные магнитных пускателей серий ПМЕ, ПАЕ и ПМЛ. Все типы магнитных пускателей предназначены для работы в среде с относительной влажностью 70% без наличия в воздухе агрессивных примесей.

В процессе эксплуатации электрооборудование подвергается воздействию различных факторов, что приводит к его износу. Поэтому для повышения его срока службы необходимо проводить плановые работы по техническому обслуживанию и текущему ремонту.

### ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ

В зависимости от назначения электрических аппаратов при их техническом обслуживании проводятся следующие работы: проверка соответствия аппаратов условиям эксплуатации и нагрузке, чистка аппаратов, проверка исправности подключенной к аппаратам электропроводки и сетей заземления, наружный и внутренний осмотр аппаратов и ликвидация видимых повреждений, наружный осмотр взрывонепроницаемой оболочки (для аппаратов во взрывозащищённом исполнении); затяжка крепежных деталей, чистка контактов от грязи и наплывов, проверка исправности кожухов, рукояток, замков, ручек и другой арматуры; проверка уровня и температуры масла, отсутствия течи и доливка масла (при необходимости); проверка нагрева элементов сопротивления, контактов во всех пускорегулирующих аппаратах, наличия соответствующих надписей на щитках, панелях и аппаратах; проверка наличия нагревательных элементов и тепловых реле и их соответствие

номинальному току токоприемника; проверка наличия и исправности механической блокировки, регулирование одновременности включения и отключения ножей рубильников и переключателей, замен предохранителей и плавких вставок; проверка работы сигнальных устройств и целостности пломб на реле и других аппаратах; проверка наличия резервных элементов и запасных частей для технического обслуживания и ремонта.

Электрические аппараты, техническое состояние которых не соответствует требованиям техники безопасности или имеющие отклонения от допустимых пределов, подлежат замене или ремонту.

#### НОРМАТИВЫ ПЕРИОДИЧНОСТИ, ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТИ И ТРУДОЕМКОСТИ РЕМОНТА

Для аппаратов, работающих в горячих цехах, во влажных и загрязненных участках, периодичность капитального ремонта рекомендуется принимать через 34 560 ч, а для работающих в деревообрабатывающих цехах и в цехах с большим содержанием пыли - 25 920 ч, периодичность текущего ремонта в обоих случаях принимать через 4320 ч.

Периодичность капитального ремонта масляных и электромагнитных выключателей, питающих технологические агрегаты, управляемые дистанционно из цеха с частыми пусками и остановками, в том числе для подачи аварийного сигнала карьерных, кабельных и воздушных линий, планировать в соответствии с требованиями ПТЭ и ПТБ.

Ремонт электрических аппаратов, как правило, должен производиться одновременно с ремонтом токоприемников, установленных на технологическом оборудовании.

Для аппаратов во взрывозащищенном и тропическом исполнении вводится коэффициент 1,6, а для двухполюсных аппаратов - 0,75.

На техническое обслуживание аппаратов следует принимать 10% трудоемкости текущего ремонта.

**Порядок выполнения работы:** Выявить дефект магнитного пускателя и заполнить дефектную ведомость.

1. Изучите теоретический материал и заполните дефектную ведомость.

Приведенные ниже формы ремонтной документации являются типовыми. В зависимости от сложившейся в ремонтных службах предприятий специфики учета проводимых ремонтно-профилактических воздействий (ремонтные осмотры, проверки, испытания и т.п.), в формы ремонтной документации могут включаться дополнительные графы (пункты).

Форма 1

Предприятие (объединение _____) Структурное подразделение _____ <b>СМЕННЫЙ ЖУРНАЛ</b> <b>ПО УЧЕТУ ВЫЯВЛЕННЫХ ДЕФЕКТОВ И РАБОТ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ</b> (наименование производства, схема)							
Наименование оборудования	Номер по схеме (инвент. номер)	Описание обнаруженных дефектов	Дата, время	Подпись	Отметка об устранении дефектов	Дата, время	Подпись
1	2	3	4	5	6	7	8

--	--	--	--	--	--	--	--

Форма 2

Предприятие (объединение) \_\_\_\_\_  
Структурное подразделение \_\_\_\_\_

**РЕМОНТНЫЙ ЖУРНАЛ**  
Наименование  
оборудования \_\_\_\_\_  
Инвентарный номер (номер по схеме) \_\_\_\_\_  
Паспорт \_\_\_\_\_

Вид ремонт а	Дата ремонта		Фактически отработано часов после предыдущег о ремонта (числитель) и простой в ремонте (знаменатель ) , ч	Описание проведенны х ремонтных работ	Наименован ие и номер замененных узлов, агрегатов и деталей	Должность, фамилия и подпись ответственного лица		Примечани е
	начал о	окончани е				проводившег о ремонт	принявшег о ремонт	
	2	3	4	5	6	7	8	9

Предприятие \_\_\_\_\_  
Цех \_\_\_\_\_

УТВЕРЖДАЮ  
Главный механик (энергетик)

«\_\_» \_\_\_\_\_ г.

Форма 3

**ВЕДОМОСТЬ ДЕФЕКТОВ**  
на \_\_\_\_\_ ремонт \_\_\_\_\_ инвентарный № \_\_\_\_\_  
вид ремонта наименование оборудования

Наименование агрегатов, узлов и деталей, подлежащих ремонту, перечень дефектов и мероприятия по их устранению	№ чертежа	Необходимые материалы и запчасти			Ответственный исполнитель ремонта (должность, фамилия)	Примечание
		Наименование	Единица изм.	Количество		
1	2	3	4	5	6	7

Проверил \_\_\_\_\_  
Ст. инженер бюро ППР \_\_\_\_\_

Начальник цеха \_\_\_\_\_  
Руководитель ремонта \_\_\_\_\_

## Практическая работа №8

Раздел: МДК 02.01 Организация и технология проверки электрооборудования

Тема: Вывод в ремонт силового трансформатора напряжением до 10 кВ для проведения наладочных работ. Оформление бланка переключений.

Количество часов: 2 часа

### Цели:

1. Получить практические навыки работы заполнения технологической документации.
2. Закрепление и накопление знаний учащихся, полученных на лекциях и при самостоятельном изучении литературы.
3. Получить практические навыки работы с мегомметром и измерять им сопротивление изоляции силового трансформатора
4. Формирование общей (профессиональной) компетенции: организовывать собственную деятельность, исходя из цели и способов её достижения, определённых руководителем, Осуществлять поиск информации, необходимой для эффективного выполнения профессиональных задач.

### Задачи:

1. Развитие умения самостоятельно решать проблемы, применять свои знания, умения, навыки при выполнении трудовых операций и оценке конечного результата.
2. Увеличение мотивации к дальнейшему росту в профессиональной деятельности

### Теоретическая часть:

**Оперативные переключения** – это одна из основных обязанностей оперативного персонала. Переключения производятся с целью изменения схемы электроустановки или состояния оборудования. В данной статье рассмотрим основные правила и рекомендации по производству оперативных переключений в электроустановках.

Оперативные переключения в электроустановках бывают аварийными и плановыми. **Аварийные переключения** производятся при возникновении аварийной ситуации в электроустановке. **Плановые** – это переключения, осуществляемые на оборудовании для проведения плановых ремонтов или в режимных целях. Рассмотрим более подробно процесс производства переключений в обоих случаях.

Плановые переключения, как и упоминалось выше, производятся с целью обеспечения мер безопасности, требуемых для проведения плановых ремонтов на оборудовании. На каждом предприятии разрабатываются и утверждаются графики проведения ремонтов оборудования. В соответствии с этими графиками, в установленные сроки подаются заявки на вывод оборудования в ремонт. Далее производится согласование заявок с вышестоящим руководством, а также со смежными предприятиями и потребителями.

**Оперативный персонал**, обслуживающий электроустановку, в которой планируется проведение плановых ремонтов, заблаговременно, до начала работ, составляет бланки переключений. **Бланк переключений** – это основной документ, которым руководствуются при производстве переключений в электроустановках.

В бланке переключений указываются все необходимые операции с оборудованием, которые необходимо произвести для обеспечения мер безопасности при выполнении плановых работ в электроустановке. Все операции в бланке переключений указываются в том порядке, в котором они должны быть выполнены.

На производство сложных переключений (вывод в ремонт системы или секции шин, силового трансформатора, трансформатора напряжения и др.) составляются **типовые бланки переключений**. Это необходимо для того, чтобы упростить процесс подготовки бланков переключений оперативным персоналом, а также для исключения ошибок при составлении бланков.

Итак, перед тем, как приступить к составлению бланка переключений, оперативный работник должен ясно представить себе цель предстоящих переключений и правильно определить их последовательность.

**Приведем пример последовательности выполнения операций по выводу в ремонт силового трансформатора:**

1. Операции с устройством РПН (при необходимости регулировки напряжения на трансформаторе, на который планируется перевод нагрузки выводимого в ремонт трансформатора).

2. Разгрузка силового трансформатора (перевод нагрузки на другой трансформатор, находящийся в работе).

3. Разбор схемы (отключение разъединителей, отделителей со всех сторон, с которых может быть подано напряжение).

4. Исключение, при необходимости, цепей защит трансформатора, в том числе цепей дифференциальной защиты шин.

5. Заземление трансформатора (включение стационарных заземляющих ножей, установка заземлений со всех сторон, с которых возможна подача напряжения).

Следует отметить, что в бланк переключений, помимо основных операций с оборудованием и переключающими устройствами, необходимо включить проверочные операции. Приведем несколько основных проверочных операций, которые необходимо выполнять при производстве оперативных переключений.



Перед отключением разъединителя необходимо проверить отключенное положение выключателя данного присоединения с целью предотвращения выполнения операций с разъединителем под нагрузкой. Кроме того, перед выполнением коммутационной операции необходимо проверять целостность опорной и тяговой изоляции разъединителей. Очень часто, неудовлетворительное состояние изоляции разъединителей приводит к несчастным случаям.

Аналогично, перед тем, как выкатить или вкатить тележку КРУ, необходимо проверить отключенное положение выключателя данной ячейки, а также принимать меры, которые исключат ошибочное или самопроизвольное включение выключателя.

При дистанционном отключении (включении) выключателя необходимо проверять его отключенное (включенное) положение по сигнальным лампам и показаниям приборов (амперметров). Бывают случаи, когда сигнальная лампа показывает включенное положение, а фактически выключатель отключен.

Если это, например, секционный выключатель, то дальнейшее отключение вводного выключателя секции приведет к обесточению секции, так как секционный выключатель изначально не был включен. Поэтому необходимо проверять включенное (отключенное) положение выключателей, как по сигнальным лампам, так и по наличию (отсутствию) нагрузки.

Перед установкой заземления на участке оборудования необходимо убедиться в отключенном положении разъединителей, отделителей, выкатных тележек со всех сторон,

с которых может быть подано напряжение. Непосредственно перед установкой заземления осуществляется проверка отсутствия напряжения на тех токоведущих частях, на которые будут включаться заземляющие ножи или устанавливаться переносные защитные заземления.

После полного окончания работ, при необходимости разземления и включения в работу выведенного в ремонт оборудования, необходимо в обязательном порядке проверять готовность оборудования к вводу в работу, в частности отсутствие закороток и заземлений. Включение оборудования на заземление или на закоротку приводит к несчастным случаям и возникновению аварийной ситуации.

При необходимости перефиксации присоединения с одной системы шин на другую необходимо проверить включенное положение шиносоединительного выключателя и его разъединителей от систем шин. В противном случае, то есть если отключен ШСВ, разрыв развилки шинных разъединителей будет осуществляться под нагрузкой, что недопустимо.

Перед вводом в работу дифференциальной защиты шин после выполнения операций на оборудовании и с переключающими устройствами, необходимо проверить дифференциальный ток ДЗШ. Ввод в работу ДЗШ при значении дифференциального тока больше максимально допустимого, приведет к ложному срабатыванию данной защиты и обесточению системы (систем) шин.

При выводе в ремонт трансформаторов напряжения, а также трансформаторов, питающих низковольтные щиты, необходимо удостовериться в отсутствии возможности подачи напряжения по вторичной обмотке. Объединение вторичных обмоток выводимого в ремонт трансформатора и трансформатора, находящегося в работе, приводит к обратной трансформации и возникновению на выводах первичной обмотки высокого напряжения, которое является потенциально опасным для персонала, осуществляющего работу на выведенном в ремонт оборудовании.

Следовательно, необходимо обеспечить видимый разрыв не только первичных цепей, но и вторичных цепей. Например, при выводе в ремонт трансформатора напряжения видимый разрыв обеспечивается путем снятия крышек испытательных блоков, а при их отсутствии отсоединением и закорачиванием вторичных обмоток.

Кроме выполняемых операций, в бланке переключений указывается исходное состояние схемы подстанции и конкретно участка сети, где производятся переключения, а также время начала и окончания переключений.

При необходимости выполнения операций на подстанциях смежных сетей, например, вывод АПВ на другом конце линии, снятие нагрузки и разбор схемы со стороны потребителя, необходимо включить в бланк переключения соответствующий пункт.

Например, перед заземлением линии записать пункт: «получить подтверждение от дежурного диспетчера об отключении линии со стороны потребителя и возможности установки заземления».

Вышеприведенные правила могут отличаться или дополняться в соответствии с особенностями той или иной электроустановки. На каждом энергетическом предприятии есть соответствующие инструкции и правила относительно производства оперативных переключений.

Для упрощения составления бланков переключений, а также для предотвращения оперативных ошибок, помимо типовых бланков переключений, составляются ремонтные схемы, в которых приводится последовательность действий при выводе в ремонт того или иного участка электрической сети.

После того, как бланк переключений составлен, его необходимо проверить. Если переключения выполняются с контролирующим лицом, то бланк переключения проверяется дополнительно контролирующим лицом.

Если переключения простые и могут выполняться оперативным работником единолично, то проверку бланка выполняет диспетчер, который отдает команду на производство переключений. Перечень простых и сложных переключений составляется и утверждается руководством предприятия.

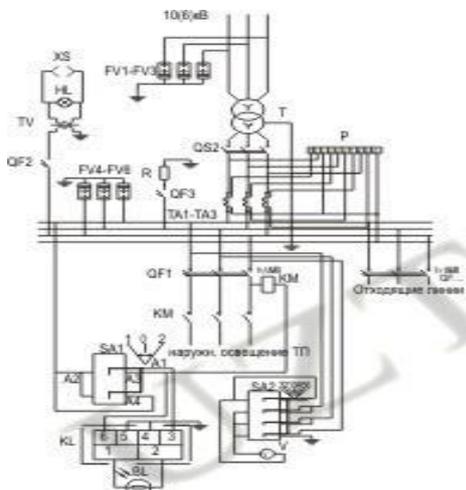


Кроме вышеперечисленного, следует отметить **несколько рекомендаций, которых следует придерживаться во время выполнения оперативных переключений:**

- переключения следует выполнять при достаточной освещенности;
- во время выполнения оперативных переключений нельзя вести посторонние разговоры, в том числе отвлекаться на телефонные звонки;
- прежде чем выполнить операцию с коммутационным аппаратом необходимо убедиться в правильности выбранного присоединения и элемента оборудования;
- если возникают сомнения относительно правильности выполнения той или иной операции, то необходимо немедленно прекратить переключения, доложить об этом вышестоящему оперативному персоналу (диспетчеру);
- при отказе электромагнитной блокировки необходимо в первую очередь убедиться в том, что операция выполняется действительно правильно и соблюдены все необходимые условия для выполнения данной операции. Нельзя делать поспешных выводов о неисправности электромагнитной блокировки;
- запрещается изменять порядок выполнения операций, определенный бланком переключений;
- во время выполнения оперативных переключений следует использовать необходимые средства защиты, а также соблюдать правила безопасной эксплуатации электроустановок.

### Порядок выполнения работы:

Согласно схемы трансформаторной подстанции составить бланк переключений трансформатора Т, для вывода в ремонт, для проведения наладочных работ. При обслуживании электроустановки одним дежурным в смене.



Qs1- разъединитель ВН  
 Qs2- разъединитель НН  
 FU1-FU3- предохранитель ВН  
 FV1-FV3- разрядники ВН  
 (\*ограничители перенапряжения)  
 FV4-FV6- разрядники НН  
 (\*ограничители перенапряжения)  
 XS- розетка  
 HL- лампа (\*освещение отсека НН)  
 P- счетчик электрической энергии  
 (\*подключение согласно типу счетчика)  
 V- вольтметр  
 TA1-TA3- трансформаторы тока  
 TV- трансформатор 220/36  
 T- трансформатор силовой  
 QF1-QF3- автоматические выключатели  
 QF- автоматические выключатели  
 (\*рубильник с предохранителями)  
 R- резистор постоянный термической

установки (\*подогрев счетчика)  
 BL- датчик фото реле  
 KM- магнитный пускатель  
 KL- контакты магнитного пускателя  
 KI фото реле  
 Sa1- переключатель (3-х позиционный)  
 Sa2- переключатель (6-и позиционный)

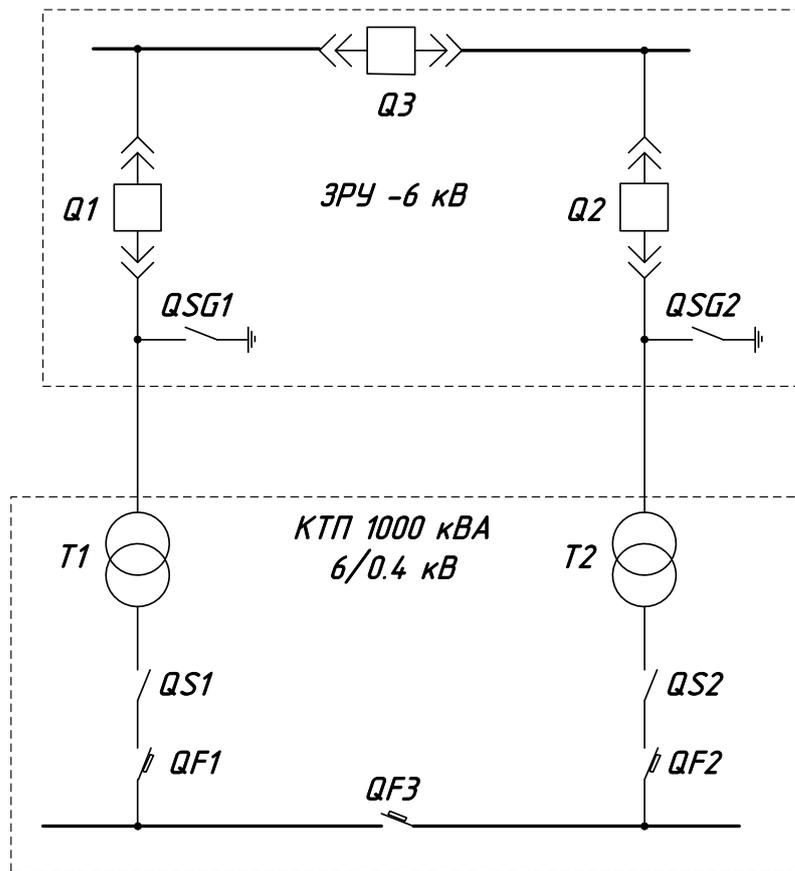


Рисунок 1 – Принципиальная электрическая схема КТП 1000 кВА  
**Форма бланка переключений в электроустановках.**

БЛАНК ПЕРЕКЛЮЧЕНИЙ № \_\_\_\_\_

Начало \_\_\_\_\_ час \_\_\_\_\_ мин.  
 Окончание \_\_\_\_\_ час \_\_\_\_\_ мин.  
 «\_\_\_» \_\_\_\_\_ 200 г.

Электростанция \_\_\_\_\_

Подстанция \_\_\_\_\_

Задание \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Последовательность производства операций при переключениях:

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Бланк заполнил и  
 переключения производит

\_\_\_\_\_ (подпись)

Переключения разрешаю

\_\_\_\_\_ (подпись)

Бланк проверил и  
 переключения контролирует

\_\_\_\_\_ (подпись)

№№ п/п	Вид переключений	Бланк переключений		Контролирующий работник	Типовая программа	Примечание
		обычный	типовой			
1	2	3	4	5	6	7
1.	Вывод в ремонт (ввод в работу) силового трансформатора	+	+	+*	-	-
2.	Перевод более одного присоединения с одной СШ на другую	+	-	+*	-	-
3.	Перевод одного присоединения с одной СШ на другую	+	-	+*	-	-
4.	Вывод в ремонт (ввод в работу) выключателя путем запетления (распетления)	+	-	+	+	-
5.	Вывод в ремонт (ввод в работу) выключателя путем завода через обходной (перевода с обходного на собственный)	-	-	+	+	-

Примечание: При обслуживании электроустановки одним дежурным в смене

**Пример** составления перечня сложных переключений на ПС (эл. станции)

БЛАНК ПЕРЕКЛЮЧЕНИЙ № \_\_\_\_

**Подстанция:** Соль-110кВ Начало 08 час 20 мин

«09» марта 2006г Конец 08 час 45 мин

**Задание:** Откл. ЛР-6кВ, ШР 1СШ-6кВ, вкл СЗН на ЛР-6кВ в сторону КЛ, ШР 1СШ-6кВ в сторону развилки ШР прис. Город.

**Бланк составлен для схемы:** Откл. МВ-6кВ прис. город.

**Последовательность производства операций при переключении:**

1. ЩУ п. 4. Постоянного тока. Проверить отсутствие «земли» на постоянном токе.
2. ЩУ п. 6 КФ ТН№1-6кВ. Проверить отсутствие «Земли» на 1СШ- 6кВ.
3. П. ТМ. КУ ТМ. Перевести ТУ-ТС на МУ.
4. П.7 КУ 1 ПБ. «Вывод АВР МВ-6кВ Т-2» Вывести АВР МВ-6кВ Т-2.
5. ЗРУ-6кВ Камера МВ-6кВ прис. Город. Проверить откл МВ-6кВ прис Город по месту.
6. ЛР-6кВ прис Город. Проверить целостность опорно-тяговых изоляторов прис. Город.
7. ЛР-6кВ прис. Город. Откл. ЛР-6кВ прис. Город без напряжения.
8. ЛР-6кВ прис. Город. Проверить, что ЛР-6кВ Город откл.
9. ШР 1СШ-6кВ прис. Город. Проверить целостность опорно-тяговых изоляторов прис. Город.
10. ШР 1СШ-6кВ прис. Город. Откл. ШР 1СШ-6кВ прис. Город под напряжением.
11. ШР 1СШ-6кВ прис. Город. Проверить, что ШР 1СШ-6кВ прис. Город откл.
12. ШР 2СШ-6кВ прис. Город. Проверить, что ШР 2 СШ-6кВ прис. Город откл.
13. ШР 1СШ-6кВ прис. Город. Проверить отсутствие напряжения на ШР 1СШ-6кВ прис. Город в сторону развилки.
14. ШР 1СШ-6кВ прис Город. Вкл ЗН на ШР 1СШ-6кВ прис Город в сторону развилки ШР6кВ.
15. ШР 1 СШ-6кВ прис. Город. Проверить, что ЗН на ШР1СШ-6кВ прис. Город в сторону развилки вкл.
16. ЛР-6кВ прис. Город. Проверить отсутствие напряжения на ЛР-6кВ прис. Город в сторону КЛ.
17. ЛР-6кВ прис. Город. Вкл. ЗН на ЛР-6кВ прис. Город в сторону КЛ.
18. ЛР-6кВ прис. Город. Проверить, что ЗН на ЛР-6кВ прис. Город в сторону КЛ вкл.
19. П.7 КУ 1ПБ «Вывод АВР МВ-6кВ Т-2». Ввести АВР МВ-6кВ Т-2.
20. П. ТМ. КУ ТМ. Перевести ТУ-ТС на ДУ.
21. Привести схему-макет ПС в соответствие с выполненными операциями.

**Переключения производит:**

\_\_\_\_\_  
/подпись/

**Бланк проверил:**

\_\_\_\_\_  
/подпись/ ФИО д/д РЭС, /подпись/

**Контролирующее лицо:**

\_\_\_\_\_  
/подпись/

БЛАНК ПЕРЕКЛЮЧЕНИЙ № \_\_\_\_\_

РП (ТП) РП-1, ТП-92,33 Начало операций: 08 час 00 мин

« 09» марта 2006г Конец операций: 09 час 30 мин

**Задание:** Перевести питание ТП-92 с ТП-10 на ТП-33.

**Бланк составлен для схемы:** Нормального режима.

**Последовательность производства операций при переключении:**

1. РП-1.РУ-6кВ. МВ-6кВ прис. ТП-10.Откл.МВ-6кВ прис.ТП-10 под нагрузкой.
2. РП-1.РУ-6кВ МВ-6кВ прис. ТП-10.Проверить, что МВ-6кВ прис. ТП-10 откл. по месту.
3. РП-1.РУ-6кВ МВ-6кВ прис ТП-86.Откл. МВ-6кВ прис. ТП86 без нагрузки.
4. РП-1.РУ-6кВ МВ-6кВ прис ТП-86.Проверить, что МВ-6кВ прис. ТП-10 откл. по месту.
5. ТП-92.РУ-6кВ ВН-6кВ прис. ТП-10.Откл. ВН-6кВ прис. ТП10 без нагрузки.
6. ТП-92.РУ-6кВ ВН-6кВ прис.ТП-10. Проверить, что ВН-6кВ прис.ТП-10 откл. по месту.
7. ТП-33.РУ-6кВ Р-6кВ прис. ТП-92.Вкл. Р-6кВ прис. ТП-92 без напряжения.
8. ТП-33.РУ-6кВ Р-6кВ прис. ТП-92. Проверить, что Р-6кВ прис. ТП-92 вкл.
9. РП-1.РУ-6кВ МВ-6кВ прис. ТП-10.Вкл. МВ-6кВ прис. ТП-10 под нагрузку.
10. РП-1.РУ-6кВ МВ-6кВ прис. ТП-10.Проверить, что МВ-6кВ прис. ТП-10 вкл. по месту.

**Переключения производит:**

\_\_\_\_\_  
/подпись/

**Бланк проверил:**

\_\_\_\_\_  
/подпись/ ФИО д/д РЭС, /подпись/

**Контролирующее лицо:**

\_\_\_\_\_  
/подпись/

## Практическая работа №9

Раздел: МДК 02.01 Организация и технология проверки электрооборудования

Тема: Проведение испытаний автоматических выключателей напряжением до 1000В. Порядок оформления протокола испытаний автоматических выключателей

Количество часов: 2 часа

Цели:

1. Закрепление и накопление знаний учащихся, полученных на лекциях и при самостоятельном изучении литературы.
2. Получить практические навыки работы заполнения технологической документации.
3. Формирование общей (профессиональной) компетенции: организовывать собственную деятельность, исходя из цели и способов её достижения, определённых руководителем, Осуществлять поиск информации, необходимой для эффективного выполнения профессиональных задач.

Задачи:

1. Развитие умения самостоятельно решать проблемы, применять свои знания, умения, навыки при выполнении трудовых операций и оценке конечного результата.
2. Увеличение мотивации к дальнейшему росту в профессиональной деятельности

Теоретическая часть:

### ПРОВЕДЕНИЕ ИСПЫТАНИЙ АВТОМАТИЧЕСКИХ ВЫКЛЮЧАТЕЛЕЙ

Автоматические выключатели служат для защиты распределительных сетей переменного тока и электроприемников в аварийных случаях при повреждении изоляции. Для осуществления защитных функций автоматические выключатели имеют максимальные расцепители от токов перегрузки и токов короткого замыкания. При прохождении через автоматический выключатель токов больше номинальных, он должен отключиться. Защита от перегрузки осуществляется тепловыми или электронными устройствами. Защита от токов короткого замыкания осуществляется электромагнитными или электронными расцепителями.

Измеряемой величиной является время отключения автоматического выключателя при заданной величине тока, превышающей номинальное значение тока автоматического выключателя.

Времятоковая характеристика (характеристика расцепления) автоматического выключателя проверяется в соответствии с требованиями ГОСТ Р 50345-99 согласно табл.1.

Таблица 1

Стандартные времятоковые характеристики автоматических выключателей

Испытание	Тип мгновенного расцепителя автоматического выключателя	Испытательный ток	Начальное состояние	Пределы времени расцепления или нерасцепления	Требуемый результат
a	B, C, D	1,13 In	Холодное (без предварительного пропускания тока)	$t \geq 1$ ч (при $I_n \leq 63$ А) $t \geq 2$ ч (при $I_n < 63$ А)	Без расцепления
b	B, C, D	1,45 In	Сразу за п. а	$t < 1$ ч (при $I_n \leq 63$ А) $t \geq 63$ А)	Расцепление
c	B, C, D	2,55 In	Холодное	$1 \text{ с} < t < 60 \text{ с}$ (при $I_n \leq 32$ А) $1 \text{ с} < t < 120 \text{ с}$ (при $I_n \geq 32$ А)	Расцепление

d	B	3,00 In	Холодное	$t \geq 0,1 \text{ с}$	Расцепление
	C	5,00 In			
	D	10,00 In			
e	B	5 In	Холодное	$t < 0,1 \text{ с}$	Расцепление
	C	10 In			
	D	50 In			

При проведении испытаний соблюдают следующие условия:

- автоматический выключатель устанавливают вертикально;
- испытуемый автоматический выключатель отключается от сети;
- испытания автоматического выключателя проводят при частоте сети  $(50 \pm 5)$  Гц

### **ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ**

Рекомендации настоящей методики применяются при проведении проверки и испытаний автоматических выключателей, аппаратов защиты электродвигателей от перегрузки (тепловые и другие виды реле), различных пускателей и простых реле, а также выключателей нагрузки на напряжение до 1кВ. Аппараты, служащие для включения и отключения главных цепей в системах, генерирующих электрическую энергию и передающих её потребителям, - это коммутационные аппараты распределения энергии. Они включают или отключают цепь при воздействии обслуживающего персонала или автоматически.

Коммутационные аппараты распределения энергии выполняют две функции:

- Неавтоматическое включение и отключение электрических цепей, которые производятся, когда надо подать или снять питание электроэнергией участка сети
- Автоматическое отключение электрических цепей в случае появления в них каких-либо явлений, угрожающих безопасности обслуживающего персонала или сохранности установки (например, в случае коротких замыканий).

Иногда аппараты осуществляют автоматическое включение резервного источника питания или автоматическое повторное включение после аварийного отключения.

Различают следующие группы коммутационных аппаратов:

- Автоматические выключатели (автоматы)
- Плавкие предохранители (предохранители)
- Неавтоматические выключатели

Иногда указанные аппараты устанавливают вместе с аппаратурой управления в устройствах для управления электроприводом (станциях управления, магнитными пускателями и др.). Контактторы, пускатели, реостаты, реле, осуществляющие защиту и управление работой электропривода, называют аппаратами управления. Ненормальными являются такие режимы, при которых появляется чрезмерное снижение напряжения, и, в особенности, протеканию сверхтока (тока большего номинального).

Чрезвычайное снижение напряжения может привести к остановке электродвигателя, а затем при внезапном восстановлении полного напряжения – к запуску его в неподходящий момент. Поэтому иногда на ответственных ответвлениях к приёмнику применяют автоматические выключатели, отключающие цепь при снижении напряжения до 35-70% от номинального. Повторное включение должно производиться при воздействии оператора.

Наиболее опасным и часто встречающимся ненормальным режимом является протекание сверхтока при коротком замыкании или чрезмерном потреблении тока приёмниками электрической энергии. Аппаратура отключения должна безотказно коммутировать все токи, вплоть до наибольшего тока короткого замыкания, который может возникнуть в месте её установки.

Неавтоматические выключатели при этих токах не должны повреждаться и самопроизвольно отключаться. Аппаратура управления (контактторы, пускатели) рассчитана, главным образом, на коммутацию токов, не превышающих токов перегрузки электродвигателей (не более 10-кратного от номинального). От токов короткого замыкания

аппаратура управления отдельными электроприёмниками защищена при помощи аппаратуры распределения энергии.

### ОБЪЕКТ ИСПЫТАНИЯ

Автоматические выключатели (автоматы) предназначены для нечастых размыканий и замыканий электрической цепи и длительного прохождения по ней тока, а также для автоматического размыкания цепей при появлении в них различных ненормальных условий; коммутация цепи происходит между механически перемещающимися контактами.

Автоматы делятся на небыстродействующие и быстродействующие. Быстродействующие характеризуются собственным временем срабатывания, то есть временем от появления тока КЗ до начала расхождения контактов.

К небыстродействующим относятся автоматы, к которым обычно не предъявляются специальные требования по быстродействию или эти требования невысокие. Для удержания контактной системы во включённом положении в них применяются защёлки. Эти автоматы имеют собственное время срабатывания от 10 до 100 мс и не обладают токоограничивающим действием.

По конструктивному оформлению различают автоматы с пластмассовой крышкой и корпусом ( на токи до 630А включительно) и автоматы без корпуса и крышки (на 630 до 1000А включительно).

Для гашения дуги над контактами выключателя установлены искрогасительные камеры. Обе шины автомата (1) на выводных концах снабжены вертикальными присоединительными флажками (4,5), которые позволяют выполнить непосредственное закрепление выдвижных контактов. Цепь дугогасительных контактов образуют два подвижных дугогасительных контакта (3), которые посредством гибких медных поясов присоединены к цепи главных контактов. Мгновенное отключение обеспечивает пружинный аккумулятор (8) посредством рычажной передачи и расцепляющего механизма (7). Включение автомата производится либо с помощью кнопки на лицевой панели, либо с помощью включающего электромагнита (17). Отключение также осуществляется с помощью кнопки и1082 красного цвета, либо с помощью электромагнита (18). Натяжка аккумулятора осуществляется автоматически, после включения автомата, приводом (10). Вручную данную операцию можно осуществить посредством рычажной передачи (9).

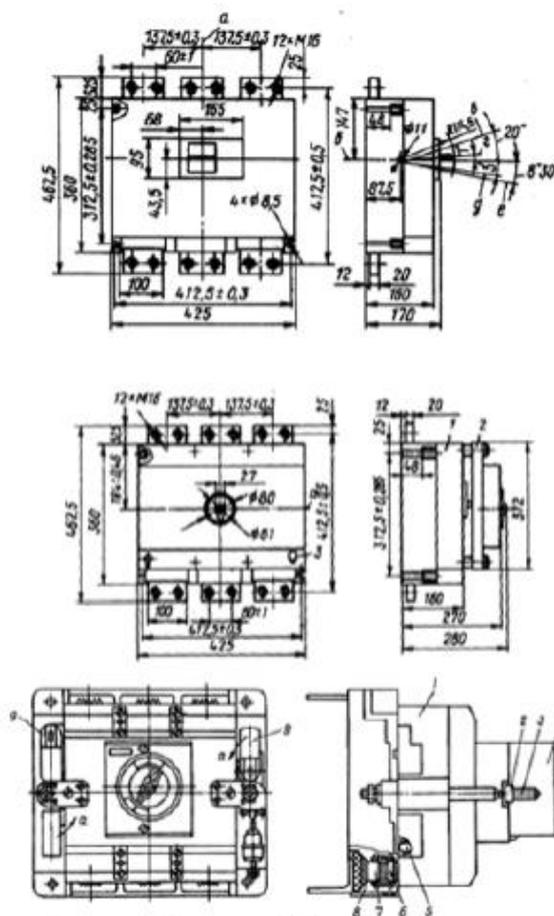


Рисунок 3. Автомат ВА в различных исполнениях

### ОПРЕДЕЛЯЕМЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ.

#### Внешний осмотр.

Внешним осмотром определяется состояние доступных осмотру деталей автоматических выключателей и аппаратов управления, на предмет видимых нарушений крепления и т.п.

### **Измерение сопротивления изоляции.**

Измерение сопротивления изоляции производится между каждым проводом (полюсом) аппарата и землёй, а также между каждыми двумя проводами (полюсами). Сопротивление изоляции должно быть не менее 1 МОм. При измерении сопротивления изоляции автоматических выключателей совместно с присоединёнными к ним проводами, сопротивление изоляции должно быть не менее 0, Мом.

### **Испытание повышенным напряжением.**

Испытание производится при вводе в эксплуатацию, капитальных ремонтах, а также при неудовлетворительных результатах измерения изоляции. Значение испытательного напряжения 1 кВ 50 Гц, продолжительность испытания 1 минута. В процессе текущих ремонтов допускается вместо испытания переменным напряжением производить одномоментное измерение изоляции мегомметром на напряжение 2500В.

### **Проверка действия максимальных, минимальных или независимых расцепителей автоматов и аппаратов управления.**

Работа расцепителей должна соответствовать заводским данным и требованиям обеспечения защитных характеристик.

### **Проверка работы контакторов и автоматов при пониженном напряжении оперативного тока.**

Значение напряжения и количество операций приведены в таблице 1.

<b>Операция</b>	<b>Напряжение оперативного тока</b>	<b>Количество операций</b>
Включение	0,9U <sub>ном</sub>	5
Отключение	0,8U <sub>ном</sub>	5

### **Проверка предохранителей.**

Плавкая вставка предохранителей должна быть калибрована.

## **УСЛОВИЯ ИСПЫТАНИЙ И ИЗМЕРЕНИЙ**

Испытание автоматов и аппаратов управления производят при температуре окружающей среды не ниже +10<sup>0</sup>С. Проверку максимальных расцепителей автоматов и пускателей следует производить с учётом введения поправок по температуре т.к. температура максимальных расцепителей выполненных на основе биметалла оказывает значительное влияние на временные характеристики автоматов. Поправки по току на температуру указаны в таблице2. Влажность окружающего воздуха имеет значение при проведении высоковольтных испытаний , т.к. конденсат на изолирующих частях аппаратов может привести к пробое изоляции и, соответственно, к выходу из строя оборудования (как испытательного, так и испытуемого). Перед проведением высоковольтных испытаний аппараты следует протереть от пыли, грязи и влаги.

Атмосферное давление особого влияние на качество проводимых испытаний не оказывает.

### **СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ**

Автоматы и аппаратура управления подвергаются испытаниям в собранном виде, с установленными на них всеми деталями и узлами, которые могут повлиять на результат испытаний.

Перед испытанием производится внешний осмотр, проверка целостности корпусов и изоляции. сопротивление изоляции производят мегомметрами на напряжение 1000В и 2500В. Измерение сопротивления контактов и контактных соединений внутри аппаратов производится мостами постоянного тока (например Р 333), которые позволяют произвести замеры с точностью до 0,001 Ом, или методом амперметра и милливольтметра. При проведении замеров методом амперметра-вольтметра рабочий ток не должен превышать номинальный ток данного аппарата. Испытание повышенным напряжением промышленной частоты производят с помощью различных установок, которые состоят из

следующих элементов: испытательного трансформатора, регулирующего устройства, контрольно- измерительной и защитной аппаратуры. К таким аппаратам можно отнести установку АИИ – 70, АИД – 70, а также различные высоковольтные испытательные трансформаторы, которые обладают достаточным уровнем защиты и надлежащим уровнем подготовлены для проведения испытаний. Для контроля качества болтовых соединений используют слесарные инструменты в виде гаечных ключей и т.п.

**Порядок проведения испытаний и измерений.**

**Внешний осмотр.**

Внешний осмотр автоматов и аппаратов управления производится со вскрытием корпуса. Осмотру подвергаются все внутренние соединения и части выключателя, работа механизма включения и отключения, состояние изоляционных деталей, катушек и блок-контактов.

Таблица 2

Температура среды	Ток автоматического выключателя										
	16	20	25	32	40	50	63	80	100	125	160
10	54	67	84	110	141	175	212	269	339	424	538
12	53	67	83	109	139	174	210	267	337	421	534
14	53	66	83	108	138	172	209	265	334	418	530
16	53	66	82	107	137	171	207	263	332	415	527
18	52	65	82	106	135	169	206	261	329	411	523
20	52	65	81	105	134	167	204	259	327	408	519
22	51	64	80	104	132	166	203	257	324	405	515
24	51	64	80	103	131	164	201	255	321	402	511
26	51	63	79	103	130	162	199	253	319	398	507
28	50	63	78	102	128	160	198	252	316	395	504
30	50	62	78	100	127	159	196	250	313	392	500
32	49	62	77	100	124	157	195	248	311	388	495
34	49	61	76	99	123	155	193	246	308	385	492
36	48	61	76	98	121	153	192	244	305	381	488
38	48	60	75	97	120	151	190	242	302	378	483
40	48	60	75	96	120	150	189	240	300	375	480

Температура среды	Ток автоматического выключателя							
	А3720				А3730 и А3740			
	160	200	250	250	320	400	500	630
10	536	679	849	856	1106	1376	1698	2141
12	532	675	843	849	1097	1366	1686	2124
14	529	669	837	843	1087	1355	1674	2109
16	525	664	831	836	1078	1344	1658	2089
18	521	659	824	829	1068	1332	1647	2075
20	518	654	818	822	1058	1320	1631	2055
22	514	649	811	815	1050	1308	1619	2039
24	510	643	804	807	1039	1296	1604	2019
26	506	638	798	800	1030	1286	1592	2005
28	503	633	791	793	1020	1275	1582	1994
30	499	627	784	787	1011	1261	1571	1979
32	495	622	777	780	1000	1248	1556	1960
34	491	616	770	772	991	1246	1541	1943
36	487	610	763	765	980	1224	1527	1920
38	483	605	756	757	970	1212	1515	1909
40	480	600	750	750	960	1200	1500	1890

### Измерение сопротивления изоляции.

Измерение сопротивления изоляции производится при полностью собранных аппаратах, а также при закреплении аппарата на основании. Измерение производится между каждым двумя фазами и между каждой фазой и землёй отдельно. Если аппарат имеет катушки включения и отключения, то сопротивление изоляции измеряется между ними и фазами аппарата и между катушками и землёй отдельно. Полностью изолированные аппараты следует сначала установить на металлическое основание. Схемы для проведения измерения сопротивления изоляции приведены на рисунке 4, в качестве примера рассматривается автоматический выключатель.

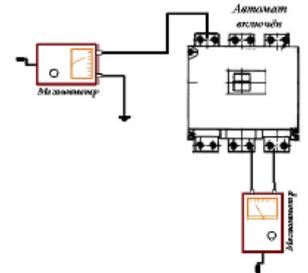


Рисунок 4. Измерение сопротивления изоляции автомата.

### Испытание изоляции повышенным напряжением.

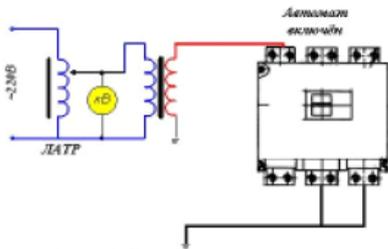


Рисунок 5. Испытание повышенным напряжением

Испытание производится пофазно с заземлением свободных от испытания фаз и полностью собранных аппаратах с установкой всех деталей, которые могут оказать влияние на результат испытания.

Схема, по которой проводится испытание, представлена на рисунке 5.

Если испытуемый аппарат установлен на металлическое основание, то при проведении испытаний оно также должно быть заземлено.

### Проверка действия максимальных, минимальных и независимых расцепителей.

Проверка действия расцепителей производится в соответствии со схемой на рисунке 6. Для регистрации времени срабатывания аппарата используют электрические секундомеры, которые подключают на свободные фазы автоматического выключателя или на блок-контакты аппаратов управления.

Проверку максимальных расцепителей автоматических выключателей производят трёхкратным током расцепителя (если нет других указаний в паспорте автомата) с поправкой на температуру (смотри выше). Расцепители автоматов с полупроводниковыми блоками защиты проверяют током блока

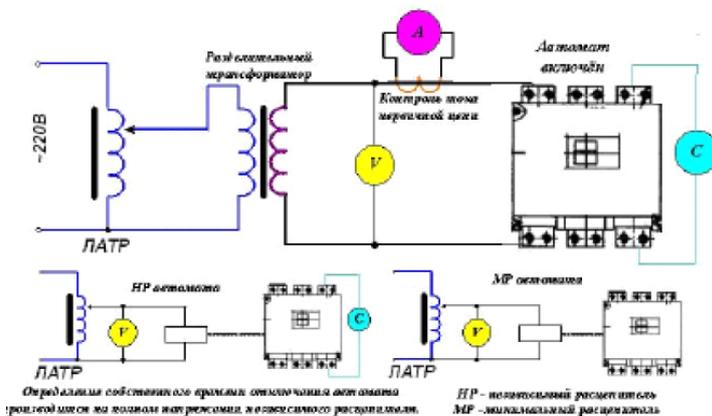


Рисунок 6. Проверка действия максимальных расцепителей автоматов, независимых и минимальных расцепителей.

защиты (обычно шестикратным). Временные характеристики различных автоматов приведены в приложении к данной методике. Проверка производится из «холодного» состояния автомата. Произведя проверку одной фазы, можно сразу произвести переключения и приступить к проверке следующей.

Проверка времени срабатывания тепловых реле защиты электродвигателей производится в соответствии со схемой рисунка 6 (как для автомата), за исключением того, что секундомер включается на блок-контакт реле. Ток для проверки выбирают исходя из паспортных данных: при наличии времятоковых характеристик для конкретного реле ток прогрузки равен трёхкратному току реле (проверка из холодного состояния). После проверки трёхкратным током и остывания теплового элемента на реле подаётся ток равный  $1,2I_n$ , при этом реле должно отключиться за время равное 20 минутам.

Проверку электромагнитных расцепителей автоматических выключателей и расцепителей отсечки у выключателей с полупроводниковыми блоками защиты проводят по схеме на рисунке 6, при этом сначала выставляется ток равный  $0,8I_{расц}$  и проверяется устойчивое несрабатывание выключателя, а затем установив ток равный  $1,1I_{расц}$  проверяется срабатывание выключателя за определённое время засекаемое секундомером. Величина времени при проверке электромагнитных расцепителей и защиты отсечки полупроводниковых очень небольшая!

На основе полученных результатов производится построение индивидуальной характеристики данного автоматического выключателя (реле защиты).

### Проверка работы контакторов и автоматов при пониженном напряжении оперативного тока.

Проверку производят по схемам рисунка 6. Соответственно производят изменение оперативного тока для проверки включения или отключения.

#### Порядок выполнения работы:

- Изучить методику проведения проверки испытания автоматических выключателей и правила заполнения протокола испытаний.
- Заполнить бланк ПРОТОКОЛА ИСПЫТАНИЙ АВТОМАТИЧЕСКИХ ВЫКЛЮЧАТЕЛЕЙ.

## Практическая работа №10

Раздел: МДК 02.01 Организация и технология проверки электрооборудования

Тема: Аппараты и приборы, используемые для проведения пусконаладочных работ

Количество часов: 1час

Цели:

1. Получить практические навыки работы заполнения технологической документации.
2. Закрепление и накопление знаний учащихся, полученных на лекциях и при самостоятельном изучении литературы.
3. Формирование общей (профессиональной) компетенции: организовывать собственную деятельность, исходя из цели и способов её достижения, определённых руководителем, осуществлять поиск информации, необходимой для эффективного выполнения профессиональных задач.

Задачи:

1. Развитие умения самостоятельно решать проблемы, применять свои знания, умения, навыки при выполнении трудовых операций и оценке конечного результата.
2. Увеличение мотивации к дальнейшему росту в профессиональной деятельности

### Теоретическая часть: Аппараты и приборы для наладочных работ

В процессе проведения наладочных работ приходится выполнять различные измерения электрических величин. При этом часть измерений производится для проверки технических характеристик смонтированного электрооборудования, а часть входит в объем приемосдаточных испытаний и оформляется протоколами, предъявляемыми при сдаче объекта.

Так как в различных регионах России доминирует какой-то основной профиль производства (т. е. промышленное электрооборудование разное), наладочные организации применяют измерительные приборы и комплекты, учитывающие эти особенности отрасли.

Следует знать типовые измерительные приборы, их характеристики и схемы включения и уметь по шкале прибора определить его назначение и параметры измеряемых величин. Особое внимание уделите измерениям, выполняемым при приемосдаточных испытаниях.

### Перечень типовых приборов, применяемых при пусконаладочных работах:

№ п/п	Наименование оборудования, прибора	Назначение	Краткая характеристика	Тип
1	Термометр ртутный стеклянный	Измерения температуры среды.	от -30 гр.С до +70гр.С~ Ц.д.0,5 гр.С	ТЛ-5№1~
2	Барометр-анероид метрологический	Измерения давления среды	80-106 кПа	БАММ-1~
3	Гигрометр	Измерения влажности окружающей среды	от 20-90% , 15..40оС	ВИТ2~
4	Штангенциркуль	Предназначен для замеров наружных и внутренних поверхностей	от 50-1000В	ШЦ-I-300~
5	Указатель низкого напряжения	Применяется для проверки наличия напряжения между токоведущими и заземлёнными частями электроустановки	от 50-1000В	ПИН90-2М-ELPRIB~

6	Измеритель сопротивления, увлажнённости и степени старения изоляции.	Применяется для замера изоляции, увлажнённости изоляции.	Сопротивление от 50-99,9кОм,	MIC-2500~
7	Измеритель параметров электробезопасности электроустановок	Применяется для измерения: напряжения, частоты, сопротивления петли короткого замыкания, тока короткого замыкания.	от0-500В,от45-65 Гц, от0-1999Ом,от0,058-24кА	MPI-502~
8	Измеритель параметров заземляющих устройств	Для контроля цепей защитного заземления	от 0-999кОм	MRU-120~
9	Клещи электроизмерительные	Предназначены для измерения основных электрических величин	от660-1000А~от6,6-600В~ 660-66МОм~то30-999,9Гц	СМР-1006~
10	Термогигрометр Testo-610	Предназначены для измерения температуры и влажности	влажность от 5-95% температура от -10..+50оС	Testo 610
11	Калибратор АКИП	многофункциональный измеритель и имитатор сигнала от первичного преобразователя для калибровки и поверки аппаратуры	пост. напряжение (1мкВ...50В/10В), пост. ток (1мкА...50мА/22мА), сопротивление (0,01Ом...5,5кОм), частота (0,1Гц...11кГц/110кГц),	АКИП 7301
13	Калибратор АКИП	многофункциональный измеритель и имитатор сигнала от первичного преобразователя для калибровки и поверки аппаратуры	пост. напряжение 0..400В (1мкВ...50В/10В), пост. ток (1мкА...50мА/22мА), сопротивление (0,01Ом...5,5кОм), частота (0,1Гц...11кГц/110кГц),	АКИП 2201
14	Мультиметр цифровой	Предназначены для измерения электрических величин	Постоянное напряжение 200 мВ - 1000 В~ Переменное напряжение 2 мВ - 750 В~ Постоянный ток 1 мА - 10 А~ Переменный ток 1 мкА - 10 А~ Сопротивление 0,1 Ом - 20 МОм~ Прозвон цепи~ Испытание р-п~ Ёмкость 2 нФ - 2 мФ~ Частота 2 кГц - 40 МГц~ Измерение температуры 20 - 800 °С	APPA-62T

15	Анализатор электрохимических источников питания	Предназначен для измерения напряжения на контактах полюсов и измерения внутреннего сопротивления ЭХИП	Диапазон измерения постоянного напряжения от 0,3 до 30,0 В Диапазон измерения внутреннего комплексного сопротивления ЭХИП и его активной и реактивной составляющих от 0,006 до 6 Ом с поддиапазонами: 0,06 Ом~ 0,6 Ом~ 6 Ом.	АЕА30V
16	Мегаомметр	Прибор для измерения сопротивления изоляции	Испытательное напряжение для измерения сопротивления изоляции - 250-500-1000В.	МИС-3.
17	Измеритель сопротивления, увлажнённости и степени старения изоляции.	Применяется для замера изоляции, увлажнённости изоляции.	Сопротивление от50-99,9кОм,	МИС-2500~
18	Измеритель параметров электробезопасности электроустановок	Применяется для измерения: напряжения, частоты, сопротивления петли короткого замыкания, тока короткого замыкания.	от0-500В,от45-65 Гц, от0-1999Ом,от0,058-24кА	МРІ-502~
19	Указатель правильности чередования фаз и направления вращения электродвигателей	Применяется для определения правильности чередования фаз (фазировки)		ТКФ-13
20	Аппарат испытания диэлектриков	Применяется для испытания повышенным напряжением постоянного тока электрооборудования и кабельных линий	Испытательное напряжение - до 70кВ.	АИД70/50

**Порядок выполнения работы:**

Подобрать приборы для проведения измерений при наладочных работах на асинхронных двигателях напряжением до 1000 В составить таблицу.

## Практическая работа №11

Раздел: МДК 02.01 Организация и технология проверки электрооборудования

Тема: Оформление актов и протоколов испытаний при приемке КРУ

Количество часов: 1 час

### Цели:

1. Получить практические навыки работы при оформлении актов и протоколов испытаний при приемке КРУ
2. Закрепление и накопление знаний учащихся, полученных на лекциях и при самостоятельном изучении литературы.
3. Формирование общей (профессиональной) компетенции: организовывать собственную деятельность, исходя из цели и способов её достижения, определённых руководителем, Осуществлять поиск информации, необходимой для эффективного выполнения профессиональных задач.

### Задачи:

1. Развитие умения самостоятельно решать проблемы, применять свои знания, умения, навыки при выполнении трудовых операций и оценке конечного результата.
2. Увеличение мотивации к дальнейшему росту в профессиональной деятельности

### Теоретическая часть:

#### **ИСПЫТАНИЕ КОМПЛЕКТНЫХ РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫХ УСТРОЙСТВ ВНУТРЕННЕЙ И НАРУЖНОЙ УСТАНОВКИ (КРУ И КРУН)**

Объем проверки и испытаний КРУ (КРУН) определяется объемами и нормами испытаний отдельных элементов входящих в их состав и должны соответствовать требованиям п. 1.8.22. ПУЭ и гл.12 "Нормы испытания электрооборудования" при проведении приемо-сдаточных испытаний и п.20 приложения 1 ПЭЭП при эксплуатации. Нормы испытаний элементов КРУ (КРУН): масляных выключателей, измерительных трансформаторов, выключателей нагрузки, вентильных разрядников, предохранителей, разъединителей, силовых трансформаторов и трансформаторного масла - определяются соответствующими разделами правил.

#### **Нормы приемо-сдаточных испытаний КРУ (КРУН).**

##### **Объем приемо-сдаточных испытаний.**

В соответствии с требованиями ПУЭ объем приемо-сдаточных испытаний определяет выполнение следующих работ.

1. Измерение сопротивления изоляции:
  - а) первичных цепей; б) вторичных цепей.
2. Испытание повышенным напряжением промышленной частоты:
  - а) изоляции первичных цепей ячеек;
  - б) изоляции вторичных цепей.
3. Измерение сопротивления постоянному току.
4. Механические испытания.

##### **Измерение сопротивления изоляции.**

а) первичных цепей. Производится мегаомметром на напряжение 2500 В. Сопротивление изоляции полностью собранных первичных цепей КРУ (КРУН) с установленными в них узлами и деталями, которые могут оказать влияние на результаты испытаний, должно быть не менее 1000 МОм. Выдвижные элементы при этом должны быть установлены в рабочее положение.

При неудовлетворительных результатах испытаний измерение сопротивления производится поэлементно, при этом сопротивление изоляции каждого элемента должно быть не менее 1000 МОм.

б) вторичных цепей. Производится мегомметром на напряжение 500 1000 В. Сопротивление изоляции каждого присоединения вторичных цепей со всеми

присоединенными аппаратами (реле, приборами, вторичными обмотками трансформаторов тока и напряжения и т. п.) должно быть не менее 1 МОм.

**Испытание повышенным напряжением промышленной частоты.**

а) изоляции первичных цепей ячеек. Испытание производится на полностью смонтированных ячейках КРУ (КРУГ) при вкваченных в рабочее положение тележках, с включенными масляными выключателями (выключателями нагрузки), с отключенными силовыми кабелями, силовыми трансформаторами, с выкваченными тележками с трансформаторами напряжения и вентильными разрядниками и закрытых дверях. Значение испытательного напряжения должно приниматься в соответствии с табл.1. Продолжительность приложения нормированного испытательного напряжения для ячеек с керамической изоляцией 1 мин. Если изоляция ячеек содержит элементы из твердых органических материалов, то продолжительность приложения нормированного испытательного напряжения 5 мин.

Таблица 1

**Испытательное напряжение промышленной частоты изоляции ячеек КРУ и КРУН**

Класс напряжения, кВ	Испытательные напряжения, кВ, ячейки с изоляцией	
	керамической	из твердых органических материалов
3	24	21,6
6	32	28,8
10	42	37,8
15	55	49,6
20	65	58,5
35	95	85,5

Примечание: Данные из табл.1.8.23 ПУЭ.

При испытании КРУ с выключателями серии МГ и другими подобными аппаратами должна испытываться также изоляция контактного промежутка. Испытания могут также быть проведены установками постоянного тока. При этом испытательное напряжение должно приниматься равным амплитудному значению испытательного напряжения частотой 50 Гц (см. табл. 3.1), т. е.  $U_{исп.выпр} = U_{исп.}$

Испытания должны проводиться пофазно при заземленных двух других фазах.

б) вторичных цепей. Испытание производится напряжением 1000 В. Продолжительность приложения нормированного испытательного напряжения 1 мин.

**Измерение сопротивления постоянному току.**

Сопротивление болтовых и разъемных контактов не должно превышать значений, указанных в табл.2 (если заводом-изготовителем не определены допустимые значения сопротивления втычных контактов первичной цепи).

Измерения должны проводиться выборочно (для разъединяющихся контактов первичных цепей, если позволяет конструкция КРУ (КРУН), а для разъединяющихся контактов вторичных цепей - только для контактов скользящего типа).

Измерения производятся двойным мостом, микроомметром или амперметром и вольтметром в соответствии с указанными по испытаниям.

Таблица 2.

**Наибольшее допустимое сопротивление постоянному току контактов КРУ и КРУН**

Измеряемый объект	Сопротивление, мкОм
Соединения сборных шин (выборочно)	Не должно превышать более чем в 1.2 раза сопротивление участков шин той же длины без соединений
Разъемные соединения первичной цепи (выборочно, если позволяет конструкция КРУ)	Определяется заводскими инструкциями. Для КРУ, у которых инструкциями не нормируется сопротивление, их сопротивление должно быть не более, мкОм: для контактов 400 А -75 “ 600 А-60 “ 900 А-50 “ 1200 А -40

Разъединяющиеся контакты вторичной силовой цепи (выборочно, только для контактов скользящего типа)	Сопротивление контактов должно быть не более 4000 мкОм
--	--

Примечание: данные табл. 1.8.24 ПУЭ.

### **Механические испытания.**

Производятся в соответствии с инструкциями завода-изготовителя. К механическим испытаниям относятся:

- вкатывание и выкатывание выдвижных элементов с проверкой взаимного вхождения разъединяющих контактов, а также работы шторок, блокировок, фиксаторов и т.п.;

- измерение контактного нажатия разъемных контактов первичной цепи;
- проверка работы и состояния контактов заземляющего разъединителя.

### **Проведение периодических проверок, измерений и испытаний КРУ (КРУН) находящихся в эксплуатации**

#### **Нормы испытаний КРУ (КРУН) находящихся в эксплуатации.**

Объем и нормы испытаний элементов КРУ (КРУГ), находящихся в эксплуатации (масляные выключатели, измерительные трансформаторы, выключатели нагрузки, вентильные разрядники, предохранители, разъединители, кабели и т. п.), определены соответствующими разделами правил.

Дополнительно должны проводиться испытания в объеме и в сроки, указанные ниже. Профилактические испытания КРУ (КРУГ) проводят при капитальном ремонте (К) и в межремонтный период (М).

К - проводится в сроки, устанавливаемые системой ППР, но не реже 1 раза в 6 лет.

М - в сроки, устанавливаемые системой ППР.

Объем профилактических испытаний, предусмотренный ПЭЭП, включает следующие работы.

1. Измерение сопротивления изоляции:
  - а) первичных цепей;
  - б) вторичных цепей.
2. Испытания повышенным напряжением промышленной частоты:
  - а) изоляции ячеек;
  - б) изоляции вторичных цепей.
3. Измерение сопротивления постоянному току.
4. Измерение нажатия ламелей разъединяющихся контактов первичной цепи.
5. Проверка выкатных частей и блокировок.

#### **Измерение сопротивления изоляции.**

Проводится при капитальном ремонте.

а) первичных цепей. Производится мегаомметром на напряжение 2500 В. Сопротивление изоляции полностью собранных цепей должно быть не ниже: для КРУ (КРУГ) 3-10 кВ — 300 МОм; для КРУ (КРУГ) 15-150 кВ - 1000 МОм; для КРУ (КРУН) 220 кВ - 3000 МОм.

б) вторичных цепей. Производится мегаомметром на напряжение 500 1000 В. Сопротивление изоляции должно быть не менее 1 МОм.

Проводится при капитальном ремонте.

а) изоляции ячеек. Нормируемое испытательное напряжение должно быть приложено на полностью смонтированные ячейки и соответствовать значениям, представленным в табл.3. Продолжительность приложения испытательного напряжения для ячеек с керамической изоляцией 1 мин, для ячеек, изоляция которых имеет элементы из твердых органических материалов, 5 мин.

Таблица 3

#### **Испытательное напряжение промышленной частоты изоляции ячеек КРУ и КРУН**

Класс напряжения, кВ	Испытательные напряжения, кВ, ячейки с изоляцией	
	керамической	из твердых органических материалов
3	24	22
6	32	29

10	42	38
15	55	50
20	65	59
35	95	86

Примечание: Данные табл.18 приложения 1.1 ПЭЭП.

б) изоляции вторичных цепей. Производится напряжением 1000 В, продолжительность приложения напряжения 1 мин.

Испытания напряжением 1000 В промышленной частоты может быть заменено измерением одномоментного значения сопротивления изоляции мегаомметром на напряжении 2500 В. В этом случае можно не выполнять измерения предусмотренные для вторичных цепей.

#### **Измерение сопротивления постоянному току.**

Проводится при капитальном ремонте. Измерение сопротивления производится выборочно, если позволяет конструкция КРУ (КРУК). Измерение во вторичных цепях производится только для контактов скользящего типа. Результаты измерений должны быть не более значений, приведенных в табл.4.

Таблица 4

#### **Наибольшее допустимое сопротивление постоянному току контактов КРУ и КРУН**

Измеряемый объект	Номинальный ток, А	Наибольшее допустимое сопротивление, мкОм
Контакты сборных шин (сопротивление участка шин с контактным соединением)		1,2г, где г - сопротивление участка шин той же длины без контакта
Размыкающие контакты первичной цепи	400	75
	600	60
	900	50
	1200	40
	2000	33
Размыкающие контакты вторичной силовой цепи	-	4000

Примечание: Данные табл. 29 приложение 1.1 ПЭЭП.

О порядке проведения измерений сопротивления постоянному току следует руководствоваться указаниями.

#### **Измерение нажатия ламелей разъединяющихся контактов первичной цепи.**

Проводится при капитальном ремонте. Измерения производятся выборочно при выкаченной тележке. Сила нажатия каждой ламели на неподвижный контакт или металлическую пластину в пределах 0,10 - 0,15 кН (10- 15 кгс).

#### **Проверка выкатных частей и блокировок.**

Проводится при капитальном ремонте. Проверка заключается в проведении четырех - пяти выкатываний и вкатываний тележки. При этом проверяется работа механических блокировок, соосность втычных контактов и ножей.

Для чего проводится испытание КРУ/КРУН

Наружные и внутренние комплектные распределительные устройства испытываются с целью обеспечить защищенность жизни и здоровья людей, обслуживающих и эксплуатирующих данные электроустановки, а также предотвратить иные негативные последствия, связанные с выходом из строя КРУ/КРУН.

Электроиспытания позволяют установить соответствие устройства требованиям ПУЭ, РД, технической документации завода-производителя.

**ВАЖНО!** Нарушение требований ПУЭ, пожарной безопасности, законодательства об охране труда влечет наложение штрафных санкций с возможной приостановкой деятельности предприятия до 90 дней. В случае гибели работника или нанесения тяжкого вреда его здоровью, лица, ответственные за обеспечение безопасных условий труда, привлекаются к уголовной ответственности (ст. 143 УК РФ).

Когда требуются испытания комплектных распределительных устройств

Диагностика технического состояния КРУ/КРУН должна проводиться после капитального ремонта электроустановки (выполняется не реже одного раза в течение шести

лет) и в межремонтный период (периодичность устанавливается системой планово-предупредительных ремонтов).

Порядок проведения испытаний согласно методике проверки КРУ и КРУН

Подготовительный этап

Проводится комплекс организационно-технических мероприятий по обеспечению безопасности выполнения работ.

Устанавливается наличие/отсутствие: отклонений реальных конструктивных характеристик распределительного устройства от проектного решения; видимых внешних дефектов оборудования.

#### **Непосредственные испытания**

С помощью мегаомметра ЭСО 202/2Г класса точности 1,5 производится измерение сопротивления изоляции КРУ/КРУН. Проверяются полностью собранные первичные цепи (испытываются на напряжении 2500 В), в случае получения неудовлетворительного результата выполняется замер сопротивления каждого элемента. Измеряется сопротивление изоляции вторичных цепей (испытываются на напряжении 500-1000 В), включая все присоединения (вторичные обмотки трансформаторов, приборы, реле и иные).

Методом тройного зажима замеряется сопротивление, увлажненность и степень старения электроизоляции комплектного распределительного устройства. Замер изоляции напряжением от 250 В до 1000 В выполняется прибором МІС-2500 третье класса точности, напряжением до 2,5 кВ – МІС-3.

Аппаратом испытания диэлектриков АИД-70М испытывается напряжением промышленной частоты изоляция вторичных цепей и полностью смонтированных ячеек КРУ/КРУН.

Микроомметром Ф4104-М1 проводятся измерения сопротивления разъемных и болтовых соединений распределительного устройства постоянному току (если конструкция КРУ/КРУН предусматривает выполнение данных замеров).

В соответствии с инструкцией производителя электроустановки осуществляются механические испытания – проверяется техническое состояние и работоспособность контактов заземляющего разъединителя, работа выдвижных элементов, блокировок, шторок, фиксаторов.

Объемы и нормы испытаний выключателей нагрузки, измерительных и силовых трансформаторов, вентильных разрядников, разъединителей, масляных выключателей, предохранителей и иных частей КРУ/КРУН определяются согласно с требованиями РД 34.45-51.300-97 (глава 15), ПУЭ (глава 1.8.22), ПЭЭП (Приложение 1, пункт 20), инструкциями завода-производителя.

Как оформляются результаты испытаний комплектных распределительных устройств

После осуществления всего комплекса мероприятий по диагностике технического состояния КРУЭ (КРУ, КРУН) заказчик получает отчет, включающий в себя протоколы выполненных работ (составляются согласно требованиям ГОСТ Р ИСО/МЭК 17025-2006), описание примененной методики, копии разрешительной документации электролаборатории.

В случае выявления несоответствий заказчику даются рекомендаций по их устранению.

**Порядок выполнения работы:**

Заполнить протокол осмотра и проверки смонтированного оборудования ячейки КРУ.

Форма 8

\_\_\_\_\_ (Министерство) (город)  
\_\_\_\_\_ (трест) (заказчик)  
\_\_\_\_\_ (монтажное управление) (объект)  
\_\_\_\_\_ (участок) \_\_\_\_\_ 200\_\_ г

**ПРОТОКОЛ ОСМОТРА И ПРОВЕРКИ СМОНТИРОВАННОГО  
ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫХ УСТРОЙСТВ И ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ  
ПОДСТАНЦИЙ НАПРЯЖЕНИЕМ ДО 35 кВ ВКЛЮЧИТЕЛЬНО**

На смонтированном электрооборудовании (перечисленном в прилагаемой к Акту ведомости) согласно требованиям СНиП 3.05.06-85, ПУЭ и документации завода-изготовителя произведены:

1. Регулировка механической части коммуникационных аппаратов, их контактных пар, приводов и блокировок \_\_\_\_\_

(результат)

2. Проверка коммуникационных аппаратов, приводов к ним и блокировок на многократное включение и выключение \_\_\_\_\_

(результат)

3. Фазировка первичных цепей коммутации \_\_\_\_\_

(результат)

4. Проверка свободного перемещения и надежной фиксации выкатных элементов КРУ в рабочем и контрольном положении, работы шпонок и механических блокировок.

\_\_\_\_\_ (результат)

5. Смазка трудящихся деталей и контактов коммуникационных аппаратов

\_\_\_\_\_ (выполнено)

6. Проверка уровня изоляционного масла в электрических аппаратах и при необходимости их доливка \_\_\_\_\_ (результат)

7. Осмотр и проверка контактных соединений на соответствие требованиям нормативно-технической документации \_\_\_\_\_ (выполнено)

8. Проверка открывания дверей камер (ячеек, шкафов), работы замков и выполнения проектных надписей \_\_\_\_\_ (выполнено)

Заключение \_\_\_\_\_

Осмотр и проверку произвел \_\_\_\_\_ () (подпись)

Производитель работ \_\_\_\_\_ () (подпись)

## Практическая работа №12

Раздел: МДК 02.01 Организация и технология проверки электрооборудования

Тема: Порядок проведения испытаний и измерений силовых кабелей напряжением выше 1000 В. Оформление протокола испытаний.

Количество часов: 1 час

### Цели:

1. Получение практических навыков заполнения технологической документации.
2. Закрепление и накопление знаний учащихся, полученных на лекциях и при самостоятельном изучении литературы.
3. Формирование общей (профессиональной) компетенции: организовывать собственную деятельность, исходя из цели и способов её достижения, определённых руководителем, осуществлять поиск информации, необходимой для эффективного выполнения профессиональных задач.

### Задачи:

1. Развитие умения самостоятельно решать проблемы, применять свои знания, умения, навыки при выполнении трудовых операций и оценке конечного результата.
2. Увеличение мотивации к дальнейшему росту в профессиональной деятельности

### Теоретическая часть:

При испытаниях ток утечки:

Фазы «А» составил – 0,08 мА;

Фазы «В» составил – 0,05 мА;

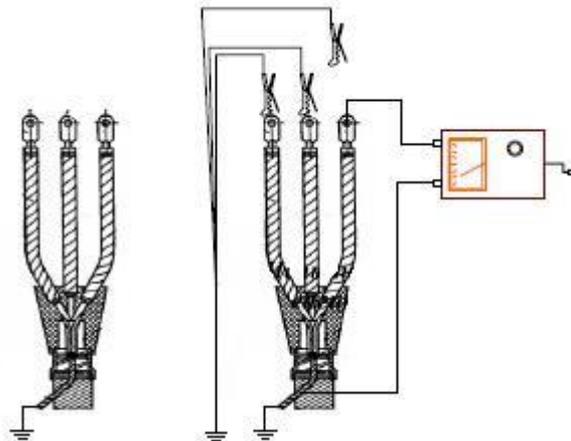
Фазы «С» составил – 0,18 мА.

1. Изучение теоретических пояснений и материала.

### Порядок проведения испытаний и измерений.

Схема для измерения сопротивления изоляции силовых кабельных линий выше 1000В представлена на рисунке1. Измерение сопротивления изоляции высоковольтных кабелей проводят на полностью отключенном кабеле.

Перед проверкой необходимо проверить надёжность заземления кабельных воронок, брони и подключить к жилам кабеля испытательное заземление со специальными зажимами (крокодилами). Второй конец кабеля остаётся свободным, жилы должны быть разведены на достаточное расстояние (примерно 150÷200 мм). В случае невозможности обеспечить требуемое расстояние между жилами и от жил кабеля до заземлённых частей оборудования, на жилы надеваются изолирующие колпаки или накладки. Мегомметром поочерёдно измеряется сопротивление жил, при этом на свободные от измерения жилы



устанавливается испытательное заземление.

Рисунок 1 – Схема измерения сопротивления изоляции силовых кабелей.

Измерение сопротивления изоляции силовых и контрольных кабелей напряжением до 1000В проводят аналогично (при этом жилы силовых кабелей допускается не отсоединять от отключенных коммутационных аппаратов).

Электрическое сопротивление изоляции отдельных жил **одножильных** кабелей, проводов и шнуров должно быть измерено:

- для изделий без металлической оболочки, экрана и брони – между токопроводящей жилой и заземлением.

- для изделий с металлической оболочкой, экраном и броней – между токопроводящей жилой и металлической оболочкой или экраном, или броней.

Электрическое сопротивление изоляции **многожильных** кабелей, проводов и шнуров должно быть измерено:

- для изделий без металлической оболочки, экрана и брони – между каждой токопроводящей жилой и остальными жилами, соединенными между собой и заземлением.

- для изделий с металлической оболочкой, экраном и броней – между каждой токопроводящей жилой и остальными жилами, соединенными между собой и оболочкой или экраном, или броней.

При пониженном сопротивлении изоляции кабелей, проводов и шнуров, отличной от нормативных правил ПУЭ, ГОСТ, необходимо выполнить повторные измерения с отсоединением кабелей, проводов и шнуров от зажимов потребителей и разведением токоведущих жил.

### Испытание кабелей повышенным напряжением

Схема для испытания изоляции силового кабеля повышенным выпрямленным напряжением представлена на рисунке 2. Испытание изоляции кабельных линий повышенным напряжением выпрямленного тока производится с целью выявления местных сосредоточенных дефектов, которые не обнаруживаются при измерении мегомметром, путём доведения их в процессе испытания до пробоя.

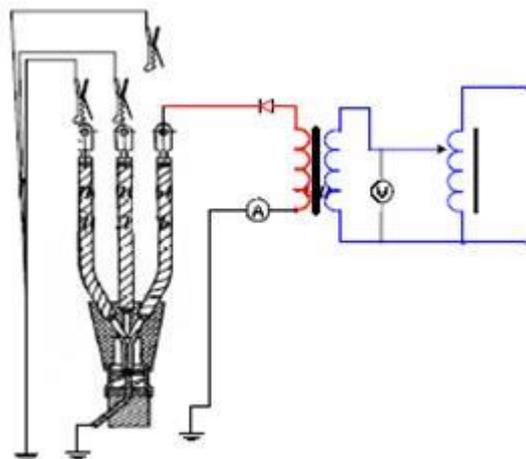


Рисунок 2 – Схема испытания силовых кабелей повышенным выпрямленным напряжением.

Такое испытание повышенным напряжением выпрямленного тока производится от специальной испытательной установки. Напряжение от установки прикладывается поочередно к каждой фазе кабеля при заземлении двух других фаз и оболочки кабеля (аналогично проведению измерений сопротивления изоляции мегомметром).

Для кабелей с отдельно свинцованными жилами напряжение от установки прикладывается поочередно к каждой жиле при одновременном заземлении свинцовой оболочки этой жилы и двух других жил с их оболочками.

При испытаниях напряжение должно плавно (в течение 1 секунды – 1-2кВ) подниматься до испытательной величины и поддерживаться неизменным в течение всего периода испытания. Отсчёт времени производится с момента приложения полной величины испытательного напряжения. Наблюдение за испытанием производится по часам с секундной стрелкой. На последней минуте испытания каждой фазы кабельной линии по показанию микроамперметра должен быть произведён отсчёт значения величины тока утечки. Измеренные токи утечки и выявленный коэффициент асимметрии утечек по фазам являются дополнительным критерием, характеризующим состояние изоляции кабельной линии и главным образом изоляции концевых заделок.

При хорошем состоянии кабеля и надёжном состоянии концевых заделок, коэффициент асимметрии токов утечки по фазам должен быть не более двух. Однако в некоторых случаях он имеет значительно большую величину. Если при испытании кабельной линии ток утечки будет заметно нарастать, продолжительность испытания следует увеличить сверх 10 минут; при дальнейшем нарастании тока утечки испытание, как правило, следует вести до момента пробоя кабельной линии (предельную длительность испытания смотри выше). Если при этом не последует пробоя изоляции, то кабельная линия считается годной для дальнейшего использования и может быть включена в работу.

Если при испытании кабельной линии были отмечены толчки тока, то испытание следует прекратить и приступить к определению места повреждения. Кабель считается выдержавшим испытание, если не произошло пробоя, не было скользящих разрядов и толчков тока или его нарастания после того, как он достиг установившегося значения.

Таблица 1

Испытательное напряжение выпрямленного тока для силовых кабелей.

Тип изоляции силового кабеля	Рабочее напряжение, кВ	Испытательное напряжение, кВ
Кабели с бумажной изоляцией	2	12
	3	18
	6	36
	10	60
	20	100
	35	175
	110	285
	150	347
	220	510
	330	670
Кабели с пластмассовой изоляцией	1	5
	3	15
	6	36
	10	60
	110	285
Кабели с резиновой изоляцией	3	6
	6	12
	10	20

Таблица 2

Токи утечки и коэффициенты асимметрии для силовых кабелей

Кабели напряжением, кВ	Испытательное напряжение, кВ	Допустимые значения токов утечки, мА	Допустимые значения коэффициента асимметрии ( $I_{max}/I_{min}$ )
6	36	0,2	8
10	60	0,5	8
20	100	1,5	10
35	175	2,5	10
110	285	Не нормируется	Не нормируется
150	347		

220	610		
330	670		
500	865		

Итогом проведения испытаний силового кабеля является «Протокол испытания силового кабеля напряжением свыше 1000 В»:

**Порядок выполнения работы:**

Заполнить протокол испытания силового электрического кабеля марки ААШв 3х120, длиной 870 м, с рабочим напряжением 6 кВ.

**ПРОТОКОЛ ИСПЫТАНИЯ СИЛОВОГО КАБЕЛЯ НАПРЯЖЕНИЕМ ВЫШЕ 1000 В**

Номер барабана	Марка кабеля	Сечение кабеля, мм <sup>2</sup>	Длина кабеля, м	Рабочее напряжение, кВ	Испытательное напряжение, кВ	Продолжительность испытания, мин	Заключение

**Испытание произвел** \_\_\_\_\_ ( )

*(подпись)*

**Производитель работ** \_\_\_\_\_ ( )

## Практическая работа №13

**Раздел:** МДК 02.01 Организация и технология проверки электрооборудования

**Тема:** Оформление Акта передачи электрооборудования в эксплуатацию

**Количество часов:** 1 час

### Цели:

1. Получить практические навыки работы заполнения технологической документации.
2. Закрепление и накопление знаний учащихся, полученных на лекциях и при самостоятельном изучении литературы
3. Формирование общей (профессиональной) компетенции: организовывать собственную деятельность, исходя из цели и способов её достижения, определённых руководителем, Осуществлять поиск информации, необходимой для эффективного выполнения профессиональных задач.

### Задачи:

1. Развитие умения самостоятельно решать проблемы, применять свои знания, умения, навыки при выполнении трудовых операций и оценке конечного результата.
2. Увеличение мотивации к дальнейшему росту в профессиональной деятельности

**Теоретическая часть: Порядок приемки, осмотра и допуска в эксплуатацию новых и реконструированных электроустановок**

#### **Приемка электроустановок в эксплуатацию**

Приемка электроустановок в эксплуатацию производится заказчиком (потребителем электрической энергии) по проектным схемам подрядчика (генподрядчика) после окончания всех строительных и монтажных работ. Приемка новых или реконструированных электроустановок в эксплуатацию должна осуществляться в установленном порядке в соответствии с требованиями ПТЭЭП и других нормативных документов. Процесс приемки начинается уже до начала их монтажа или реконструкции электроустановки.

Приемка электроустановки еще не является допуском ее в эксплуатацию. Осмотр и допуск электроустановок в эксплуатацию осуществляется органами Ростехнадзора.

Если смонтированные энергоустановки потребителя передаются в собственность и (или) обслуживание энергоснабжающей организации, их техническую приемку от монтажной и наладочной организаций производит потребитель совместно с энергоснабжающей организацией.

Перед приемкой электроустановки в эксплуатацию необходимо выполнить большой комплекс предварительных организационных мероприятий, в том числе:

- получить технические условия с последующим разрешением на присоединение мощности в энергоснабжающей организации;
  - выполнить проект электроснабжения будущей электроустановки;
  - согласовать проектную документацию с энергоснабжающей организацией (в части учета электрической энергии) и с территориальным управлением Ростехнадзора.
- Кроме того, перед приемкой в эксплуатацию электроустановки необходимо провести соответствующие испытания, а именно:
- промежуточные приемки узлов оборудования и сооружений, в том числе скрытых работ в период строительства и монтажа объекта;
  - приемсдаточные испытания оборудования;
  - пусконаладочные испытания отдельных систем электроустановок;
  - комплексное опробование оборудования, которое должно быть проведено заказчиком.

Промежуточные приемки узлов оборудования и сооружений проводятся в период строительства и монтажа, а приемсдаточные испытания оборудования и пусконаладочные испытания проводятся после окончания всех строительных и монтажных работ.

Перед испытаниями и комплексным опробованием оборудования необходимо проверить выполнение требований действующих ПУЭ, ПТЭЭП, строительных норм и правил (СНиП), ГОСТ, правил охраны труда, правил взрыво- и пожаробезопасности, указаний заводов-изготовителей, инструкций по монтажу оборудования.

Действующие ПТЭЭП для проведения пусконаладочных работ и опробования электрооборудования допускают включение электроустановок по проектной схеме на основании временного разрешения, выданного органами Ростехнадзора.

Комплексное опробование считается проведенным при условии нормальной и непрерывной работы основного и вспомогательного оборудования в течение 72 ч, а линий электропередачи – в течение 24 ч.

При комплексном опробовании необходимо проверить работоспособность оборудования и технологических схем, безопасность их эксплуатации, а также провести проверку и настройку всех систем контроля и управления, устройств защиты и блокировок, устройств сигнализации и контрольно-измерительных приборов.

В соответствии с требованиями действующих ПТЭЭП перед опробованием и приемкой в эксплуатацию для обеспечения дальнейшей надежной и безопасной эксплуатации вновь смонтированной (реконструированной) электроустановки необходимо:

- укомплектовать и обучить (с последующей проверкой знаний) электротехнический и электротехнологический персонал;
- разработать и утвердить эксплуатационные инструкции, инструкции по охране труда и оперативные схемы, а также соответствующую техническую документацию по учету и отчетности;
- подготовить и испытать защитные средства, инструмент, запасные части и материалы;
- ввести в действие средства связи, сигнализации и пожаротушения, аварийного освещения и вентиляции.

Процесс приемки электроустановки в эксплуатацию считается законченным и на нее может быть подано напряжение лишь после осмотра и допуска данной электроустановки в эксплуатацию органом Ростехнадзора с последующим заключением договора технологического присоединения к электросетям энергоснабжающей организации и договора энергоснабжения.

#### **Осмотр и допуск электроустановок в эксплуатацию**

Порядок осмотра и допуска в эксплуатацию новых и реконструированных электроустановок определяется Методическими указаниями по допуску в эксплуатацию новых и реконструированных электрических и тепловых энергоустановок, утвержденными Минэнерго России 03.04.2002 г. Согласно информационному письму Госэнергонадзора от 05.04.2002 г. № 32 01–05/105 в связи с выпуском данных Методических указаний отменена Инструкция о порядке допуска в эксплуатацию новых и реконструированных энергоустановок, утвержденная Минтопэнерго России 30.06.2001 г.

Методические указания разработаны в соответствии с ФЗ о защите прав юридических лиц и индивидуальных предпринимателей при проведении государственного контроля (надзора) от 08.08.2001 г. № 134-ФЗ и постановлением Правительства РФ от 12.08.1998 г. № 938 «О государственном энергетическом надзоре в РФ».

Методические указания определяют порядок допуска в эксплуатацию и подключения новых и реконструированных электрических и тепловых энергоустановок потребителей электрической и тепловой энергии, оборудования и основных сооружений электростанций, электрических и тепловых сетей организаций (далее – энергоустановок) независимо от их ведомственной принадлежности и форм собственности, а также индивидуальных предпринимателей и граждан.

В соответствии с Методическими указаниями допуск в эксплуатацию новых и реконструированных энергоустановок, в которых в результате проведения работ с заменой основного оборудования по заранее выполненному проекту изменяются основные

технические характеристики (мощность, производительность, класс напряжения, схемы соединений), осуществляют органы Ростехнадзора.

Для вызова инспектора Ростехнадзора для проведения осмотра и допуска новой или реконструированной электроустановки в эксплуатацию будущему абоненту необходимо представить в орган Ростехнадзора следующий комплект технической документации:

- разрешение энергоснабжающей организации на присоединение мощности;
- исполнительную схему электроснабжения (для потребителей с установленной мощностью электроустановок более 10 кВт – проект), согласованную с энергоснабжающей организацией (Энергосбытом) в части учета электроэнергии и подписанную ответственным за электрохозяйство потребителя. Поскольку допуск включает проверку соответствия проекта электроустановки требованиям нормативно-технических документов, проект должен быть согласован с органом Ростехнадзора;
- акт разграничения балансовой принадлежности и эксплуатационной ответственности электроустановок и сооружений между потребителем и энергоснабжающей организацией, согласованный с Энергосбытом. Представляется в течение срока действия акта-допуска;
- акт приемки рабочей комиссии или акт технической готовности электромонтажных работ;
- технический отчет специализированной организации по измерениям сопротивления изоляции проводов и кабелей и проверке устройств защитного заземления;
- документы на работника, ответственного за электрохозяйство, а при установленной мощности электроустановок более 10 кВт – и на работника, его замещающего;
- разрешение на применение электроэнергии для термических нагрузок (при наличии электронагревательного оборудования).

При осмотре электроустановки инспектором Ростехнадзора на предмет ее допуска в эксплуатацию при обязательном присутствии ответственного за электрохозяйство или работника, его замещающего, необходимо руководствоваться требованиями норм и правил работы в электроустановках и соответствующими инструктивными материалами Ростехнадзора.

Существует большое количество мелких коммерческих организаций (фирм), в штате которых отсутствует электротехнический персонал и, соответственно, нет ответственного за электрохозяйство. В этих случаях ПТЭЭП предусматривают следующие три варианта, позволяющих осуществить допуск к эксплуатации и эксплуатацию электроустановок таких организаций:

- наличие ответственного за электрохозяйство, оформленного на работу в такую организацию по совместительству с согласованием его кандидатуры в органах Ростехнадзора. Такой работник должен иметь группу по электробезопасности не ниже IV при условии, что с момента проверки его знаний в комиссии Ростехнадзора прошло не более шести месяцев. Кроме того, в организации, где ответственный за электрохозяйство работает по совместительству, должны отсутствовать электроустановки напряжением выше 1000 В, их энергоемкость и сложность должны быть не выше, чем по месту его основной работы;

- возложение обязанностей ответственного за безопасную эксплуатацию электрохозяйства на руководителя организации по письменному согласованию с органом Ростехнадзора путем оформления соответствующего заявления-обязательства по установленной ПТЭЭП форме. Такое возможно для потребителей электрической энергии, которые не занимаются производственной деятельностью и электрохозяйство которых включает в себя только вводное (вводно-распределительное) устройство, осветительные установки и переносное электрооборудование номинальным напряжением не выше 380 В. Руководитель такой организации, возложивший на себя ответственность за безопасную эксплуатацию электроустановки, получает соответствующий инструктаж от инспектора органа Ростехнадзора по обеспечению безопасной эксплуатации электроустановки, что

фиксируется двумя подписями (руководителя организации и инспектора органа Ростехнадзора) в согласованном в органе Ростехнадзора заявлении-обязательстве;

- допускается проводить эксплуатацию электроустановок по договору со специализированной организацией.

Возложение обязанностей ответственного за безопасную эксплуатацию электрохозяйства на руководителя организации и соответствующая форма заявления-обязательства впервые введены в действующих ПТЭЭП. Эти Правила также впервые приобрели статус подзаконного акта, поскольку были зарегистрированы Минюстом России 22.01.2003 г., регистрационный № 4145.

Процедура допуска новых и реконструированных электроустановок в эксплуатацию по результатам их осмотра заключается:

- в составлении акта допуска электроустановки в эксплуатацию;
- в выдаче разрешения на подключение данной электроустановки.

Акт допуска может не составляться на электростанции мощностью 1,0 МВт и выше, трансформаторные подстанции с трансформаторами общей мощностью более 1000 кВА и напряжением 35 кВ и выше, линии электропередачи напряжением 35 кВ и выше, но при этом обязательно участие в приемочной комиссии инспектора Ростехнадзора.

Допуск в эксплуатацию импортного оборудования, подлежащего обязательной сертификации, производится при наличии на него сертификатов соответствия российским стандартам.

Допуск электроустановки с сезонным характером работы осуществляется инспектором Ростехнадзора ежегодно перед началом сезона.

В случае приостановки работы электрооборудования по каким-либо причинам на период более шести месяцев перед включением производится его допуск в эксплуатацию как вновь вводимой или реконструированной электроустановки.

При смене собственника электроустановки новый собственник должен обратиться в орган Ростехнадзора для получения акта ее допуска в эксплуатацию.

Электроустановки напряжением выше 1000 В осматриваются в полном объеме, установки до 1000 В могут осматриваться выборочно.

При осмотре электроустановок инспектор тщательно проверяет соответствие фактического исполнения схемы электроснабжения данным, указанным в проекте электроустановки (согласованным с энергоснабжающей организацией и органом Ростехнадзора), характеристики защитных и коммутационных аппаратов, соответствие технического состояния установки требованиям действующих норм и правил, обращая особое внимание на выполнение требований ПУЭ, в том числе:

- электроустановка и связанные с ней конструкции должны быть стойкими в отношении воздействия окружающей среды или защищенными от этого воздействия;
- электроустановка должна удовлетворять требованиям действующих нормативных документов об охране окружающей среды по допустимым уровням шума, вибрации, напряженностей электрического и магнитного полей, электромагнитной совместимости;
- в электроустановках должна быть обеспечена возможность легкого распознавания частей, относящихся к отдельным элементам (простота и наглядность схем, надлежащее расположение электрооборудования, надписи, маркировка, расцветка), и т. д.

Проводники защитного заземления во всех электроустановках, а также нулевые защитные проводники в электроустановках напряжением до 1000 В с глухозаземленной нейтралью, в том числе шины, должны иметь буквенное обозначение РЕ и цветовое обозначение чередующимися продольными или поперечными полосами одинаковой ширины (для шин от 15 до 100 мм) желтого и зеленого цветов.

Нулевые рабочие (нейтральные) проводники обозначаются буквой N и голубым цветом.

Совмещенные нулевые защитные и нулевые рабочие проводники должны иметь буквенное обозначение PEN и цветовое обозначение: голубой цвет по всей длине и желто-зеленые полосы на концах.

Особое внимание уделяется проверке соответствия сопротивлений изоляции проводов и кабелей, указанных в техническом отчете проводившей измерения специализированной организации, нормативным значениям, а также проверке устройств защитного заземления (зануления).

Наряду с проверкой наличия и качества необходимой технической документации, регламентируемой нормами и правилами работы в электроустановках, инспектор проверяет уровень организации эксплуатации электроустановки, а именно:

- достаточность электротехнического персонала по количеству и квалификации, в том числе документы на ответственного за электрохозяйство и работника, его замещающего;

- состояние и достаточность испытанных электрозащитных средств;

- наличие оперативной технической документации (принципиальной электрической схемы, должностных инструкций и инструкций по эксплуатации, оперативного журнала, журнала учета и содержания средств защиты, журнала дефектов (неисправностей) электрооборудования, журнала учета работ по нарядам и распоряжениям и т. д.);

- техническое состояние самой электроустановки, ее соответствие требованиям действующих норм и правил; монтаж схемы учета электроэнергии.

На основании результатов осмотра инспектор Ростехнадзора делает заключение о допуске электроустановки в эксплуатацию, указывая на ее готовность к эксплуатации или отсутствие такой готовности.

При неготовности электроустановки к эксплуатации из-за недоделок и дефектов, отступлений от проекта электроснабжения или от норм и правил работы в электроустановках и т. п. электроустановка к эксплуатации не допускается.

В этом случае инспектор Ростехнадзора составляет акт-предписание с перечнем недостатков и дефектов (желательно со ссылкой на соответствующий пункт норм и правил, который был нарушен), после устранения которых электроустановка предьявляется к повторному осмотру, который должен быть проведен в течение 5 рабочих дней после повторного обращения.

Если электроустановка допущена к эксплуатации, то инспектор Ростехнадзора выдает потребителю акт допуска в эксплуатацию электроустановки по установленной форме. В заключительной части акта указывается возможность включения допущенной в эксплуатацию электроустановки.

Срок действия акта-допуска устанавливается равным трем месяцам. Если в течение указанного срока электроустановка не будет подключена к сети, ее допуск в эксплуатацию должен осуществляться повторно.

Акт допуска электроустановки в эксплуатацию является документом, удостоверяющим возможность выработки, передачи, приема электрической энергии, и служит основанием для ее включения или присоединения к сетям электроснабжающей организации.

#### **Порядок выполнения работы:**

1. Изучить порядок приёма, осмотра и допуска в работу электроустановок.
2. Заполнить бланк допуска в работу трансформаторной подстанции 2КТПЭ 2х1000 кВА.

Форма бланка допуска электроустановки в эксплуатацию представлена ниже.

**НА БЛАНКЕ ФЕДЕРАЛЬНОЙ СЛУЖБЫ ПО ЭКОЛОГИЧЕСКОМУ,  
ТЕХНОЛОГИЧЕСКОМУ И АТОМНОМУ НАДЗОРУ (ТЕРРИТОРИАЛЬНОГО ОРГАНА)**



---



---



---



---



---

(Наименование электроустановки, номера вводов от источника электроснабжения)

**В результате установлено:**

1. Осмотру предъявлено

---



---



---



---



---

(Перечень и характеристики электрооборудования, предъявленного к осмотру, тип мощность, напряжение, количество, длина, марка и сечение кабелей, проводов, характеристики ВЛ. и т.п.)

2. Проект (однолинейная схема)

Разработчик

Согласованный:

с энергосбытовой организацией « \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ г.

с сетевой организацией \_\_\_\_\_ 20 \_\_\_\_ г.

с региональным диспетчерским управлением (РДУ) \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_ 20 \_\_\_\_ г.

с Ростехнадзором « \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ г.

3. Разрешение на присоединение мощности № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_

Уст. \_\_\_\_\_ кВт., един. \_\_\_\_\_ кВА

Акт разграничения балансовой принадлежности и эксплуатационной ответственности между

---



---

№ \_\_\_\_\_ от «\_\_» \_\_\_\_\_ г.

4. Категория обеспечения надежности электроснабжения:

по \_\_\_\_\_ проекту

фактически \_\_\_\_\_

5. Расчет за электроэнергию производится:

По счетчикам (тип): \_\_\_\_\_ № \_\_\_\_\_ гос.пов. \_\_\_\_\_

С измерительными трансформаторами (тип, коэффициент, номинальная нагрузка) \_\_\_\_\_

Защита на вводах электроустановки выполнена (номинал, тип реле и уставка РЗ, пл.вставка и т.д.) \_\_\_\_\_

6. Ответственный \_\_\_\_\_ за \_\_\_\_\_ электрохозяйство

(Должность, Ф.И.О.)

назначен приказом \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ № \_\_\_\_\_

Проверка \_\_\_\_\_ знаний \_\_\_\_\_ (дата, группа по Э.Б.)

7. Организация эксплуатации и обслуживания

электроустановок \_\_\_\_\_

Обеспеченность обслуживающим

персоналом \_\_\_\_\_

8. Наличие эксплуатационной документации:

8.1. Наличие технической документации (да, нет):

утвержденной принципиальной (однолинейной) электрической схемы \_\_\_\_\_;

должностных инструкций \_\_\_\_\_;

инструкций по эксплуатации \_\_\_\_\_;

бланков нарядов \_\_\_\_\_;  
списков лиц, имеющих право: выдачи нарядов, оперативных переключений и др. \_\_\_\_\_.

8.2. Наличие журналов (да, нет):

оперативного \_\_\_\_\_;

проверки знаний \_\_\_\_\_;

инструктажа вводного и по охране труда электротехнического персонала \_\_\_\_\_;

учета и содержания средств защиты \_\_\_\_\_;

противоаварийных тренировок \_\_\_\_\_;

учета и содержания электроинструмента \_\_\_\_\_;

учета аварий и отказов \_\_\_\_\_;

работ по нарядам и распоряжениям \_\_\_\_\_;

инструктажа на 1 группу \_\_\_\_\_;

9. \_\_\_\_\_ Наличие \_\_\_\_\_ электрозащитных средств: \_\_\_\_\_

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

10. Протоколы испытаний и измерений от «\_\_» \_\_\_\_\_ г.

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

Свидетельство о регистрации электролаборатории № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_

Выдано \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

11. Согласование на применение электроэнергии для термических целей № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ на \_\_\_\_\_ кВт.

12. Акт ревизии и маркировки средств учета электроэнергии от \_\_\_\_\_ № \_\_\_\_\_

составленный

\_\_\_\_\_

13.

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

(Другие документы, рассмотренные в ходе осмотра.)

14. Положительное заключение экспертной организации освидетельствования технического состояния энергоустановки № \_\_\_\_\_ от «\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г., выдано

\_\_\_\_\_

15. Результаты осмотра электроустановки.

---

---

---

---

**Заключение:**

Электроустановка отвечает (не отвечает) техническим условиям, требованиям проектной документации, установленным требованиям безопасности, требованиям правил эксплуатации и может быть допущена (не может быть) в эксплуатацию \_\_\_\_\_

Акт действителен до « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

Если в течение указанного срока электроустановка не будет подключена к сети, ее осмотр осуществляется повторно.

Должностное лицо

территориального органа Ростехнадзора:

/ \_\_\_\_\_ /

(Подпись, штамп)

(Ф.И.О.)

Заявитель (или иной законный представитель):

/ \_\_\_\_\_ /

(Подпись, штамп)

(Ф.И.О.)

### **Критерии оценок за практические работы:**

Оценивается отметкой «5», если:

- работа выполнена полностью;
- в логических рассуждениях нет пробелов и ошибок;
- в решении нет технических ошибок (возможны некоторые неточности, описки, которая не является следствием незнания или непонимания учебного материала).

Отметка «4» ставится в следующих случаях:

- работа выполнена полностью, но обоснования шагов решения недостаточны (если умение обосновывать рассуждения не являлось специальным объектом проверки);
- допущены одна ошибка, или есть два – три недочёта в термических терминах, чертежах (если эти виды работ не являлись специальным объектом проверки).

Отметка «3» ставится, если:

- допущено не более двух ошибок или более двух – трех недочетов в термических терминах, чертежах, но обучающийся обладает обязательными умениями по проверяемой теме.

Отметка «2» ставится, если:

- допущены существенные ошибки, показавшие, что обучающийся не обладает обязательными умениями по данной теме в полной мере.

## Список источников и литературы

### Информационное обеспечение обучения

Перечень рекомендуемых учебных изданий, Интернет-ресурсов, дополнительной литературы

#### Основные источники:

1. Нестеренко В.М., А.М.Мысьянов Технология электромонтажных работ: учеб. пособие для нпо. – 5-е изд., стер.- М.: Академия, 2007
2. Сибикин Ю. Д. Техническое обслуживание, ремонт электрооборудования и сетей промышленных предприятий. В 2 кн.: учебник для нпо.- М. : Академия, 2007
3. Акимова Н.А. и др. Монтаж, техническая эксплуатация и ремонт электромеханического оборудования: учебник для спо.- М.: Академия, 2005

#### Дополнительные источники:

1. Гуржий А.Н. Электрические и радиотехнические измерения: учеб. пос. для нпо. - М.: Академия, 2004

#### Интернет-ресурсы:

1. Электрооборудование: эксплуатация и ремонт. ISSN: 2074-9635. Издательство: Панорама. <http://www.iprbookshon.ru>
2. ЭЛЕКТРО. Электротехника, электроэнергетика, электротехническая промышленность. ISSN:1995-5685. Издательство: Электрозавод. <http://www.iprbookshop.ru>