

---

ОТКРЫТОЕ АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО  
«ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЕТЕВАЯ КОМПАНИЯ  
ЕДИНОЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ»

---



**СТАНДАРТ ОРГАНИЗАЦИИ  
ОАО «ФСК ЕЭС»**

**СТО 56947007-  
29.130.01.145-2013**

---

**Выключатели-разъединители 110-330 кВ.  
Методические указания по применению. Схемные решения**

Стандарт организации

Дата введения: 06.05.2013

ОАО «ФСК ЕЭС»

2013

## **Предисловие**

Цели и принципы стандартизации в Российской Федерации установлены Федеральным законом от 27 декабря 2002 г. № 184-ФЗ «О техническом регулировании», объекты стандартизации и общие положения при разработке и применении стандартов организаций Российской Федерации - ГОСТ Р 1.4-2004 «Стандартизация в Российской Федерации. Стандарты организаций. Общие положения», общие требования к построению, изложению, оформлению, содержанию и обозначению межгосударственных стандартов, правил и рекомендаций по межгосударственной стандартизации и изменений к ним - ГОСТ 1.5-2001, правила построения, изложения, оформления и обозначения национальных стандартов Российской Федерации, общие требования к их содержанию, а также правила оформления и изложения изменений к национальным стандартам Российской Федерации - ГОСТ Р 1.5-2004.

## **Сведения о стандарте организации**

1. РАЗРАБОТАН: ОАО «НТЦ ФСК ЕЭС».
2. ВНЕСЁН: Департаментом технологического развития и инноваций.
3. УТВЕРЖДЁН И ВВЕДЁН В ДЕЙСТВИЕ:  
Приказом ОАО «ФСК ЕЭС» от 06.05.2013 № 272.
4. ВВЕДЁН: ВПЕРВЫЕ.

Замечания и предложения по стандарту организации следует направлять в Департамент технологического развития и инноваций ОАО «ФСК ЕЭС» по адресу: 117630, Москва, ул. Ак. Челомея, д. 5А, электронной почтой по адресу:  
[vaga-na@fsk-ees.ru](mailto:vaga-na@fsk-ees.ru).

Настоящий стандарт организации не может быть полностью или частично воспроизведён, тиражирован и распространён в качестве официального издания без разрешения ОАО «ФСК ЕЭС».

## Содержание

1 Область применения .....	1
2 Нормативные ссылки .....	1
3 Термины, определения, обозначения и сокращения .....	1
3.1 Термины и определения .....	1
3.2 Обозначения и сокращения .....	3
4 Методические указания по применению выключателей - разъединителей .....	3
4.1 Общие положения .....	3
4.2 Общие требования к схемным решениям .....	4
4.3 Указания по применению выключателей - разъединителей в различных схемах распределительного устройства .....	4
5 Методические указания по эксплуатации и техническому обслуживанию .....	5
5.1 Требования к организации эксплуатации выключателя-разъединителя .....	5
5.2 Требования к организации технического обслуживания и ремонта выключателя- разъединителя .....	9
5.3 Транспортировка и хранение выключателя-разъединителя .....	11
5.4 Вывод из эксплуатации выключателя-разъединителя .....	12
5.5 Требования к утилизации .....	12
6 Охрана труда при эксплуатации и техническом обслуживании выключателя- разъединителя .....	13
6.1 Общие положения .....	13
6.2 Требования к персоналу .....	15
6.3 Оперативное обслуживание .....	16
6.4 Техническое обслуживание .....	17
6.5 Порядок и условия производства работ .....	18
6.6 Требования безопасности при работе с элегазом .....	21
6.7 Требования пожарной безопасности .....	21
Приложение А (справочное) Сведения о ремонтах, осмотрах и результатах испытаний выключателя-разъединителя .....	23
Приложение Б (справочное) Акт приемки в эксплуатацию выключателя-разъединителя после монтажа .....	24
Приложение В (справочное) Рекомендации по применению ВР в различных схемах распределительного устройства .....	26
Приложение Г (справочное) Паспорты схем .....	31
Библиография .....	46

## **1 Область применения**

Настоящий стандарт распространяется на контактные коммутационные аппараты, соответствующие СТО 56947007-29.130.01.029-2009 «Выключатели-разъединители 110-330 кВ. Общие технические требования», выполненные на базе элегазовых колонковых выключателей и использующие одну и ту же контактную систему для выполнения функций выключателя и разъединителя. Выключатели-разъединители предназначены для коммутации электрических цепей при нормальных и аварийных режимах в сетях трехфазного переменного тока частотой 50 Гц номинальным напряжением от 110 до 330 кВ включительно.

Стандарт не устанавливает специальных требований к ВР, предназначенных для работы в условиях повышенной сейсмичности. Сведения о сейсмостойкости таких ВР следует приводить в технических условиях на ВР конкретных типов (далее ТУ) и эксплуатационных документах.

## **2 Нормативные ссылки**

В настоящем стандарте использованы нормативные ссылки на следующие стандарты:

ГОСТ 12.1.038-82 ССБТ. Электробезопасность. Предельно допустимые значения напряжений прикосновения и токов (с Изменением № 1).

ГОСТ 12.2.007.3-75 ССБТ. Электротехнические устройства на напряжение свыше 1000 В. Требования безопасности (с Изменениями № 1, 2, 3, 4).

ГОСТ 15150-69 Машины, приборы и другие технические изделия. Исполнения для различных климатических районов. Категории, условия эксплуатации, хранения и транспортирования в части воздействия климатических факторов внешней среды (с Изменениями № 1, 2, 3, 4).

ГОСТ 18620-86 Изделия электротехнические. Маркировка (с Изменением № 1).

ГОСТ 23216-78 Изделия электротехнические. Хранение, транспортирование, временная противокоррозионная защита, упаковка. Общие требования и методы испытаний (с Изменениями № 1, 2, 3)

ГОСТ 52108-2003 Ресурсосбережение. Обращение с отходами. Основные положения (с Изменением № 1).

ГОСТ Р 52565-2006 Выключатели переменного тока на напряжения от 3 до 750 кВ. Общие технические условия.

ГОСТ Р 52726-2007 Разъединители и заземлители переменного тока на напряжение свыше 1 кВ и приводы к ним. Общие технические условия.

## **3 Термины, определения, обозначения и сокращения**

### **3.1 Термины и определения**

**3.1.1 Безопасные условия труда:** Условия труда, при которых воздействие на работающих людей вредных и (или) опасных производственных факторов исключено либо уровни их воздействия не превышают установленных нормативов.

**3.1.2 Выключатель - разъединитель:** Контактный коммутационный аппарат, способный:

- включать, проводить и отключать токи при нормальных условиях в цепи;

- включать, проводить в течение нормированного времени и отключать токи при нормированных аномальных условиях в цепи, таких как короткое замыкание;

- обеспечивать в отключенном положении изоляционный промежуток, удовлетворяющий нормированным требованиям к разъединителям;

- обеспечивать заземление отключенных токоведущих частей при ремонтных работах в случае наличия в конструкции ВР заземляющих ножей.

**3.1.3 Охрана труда:** Система сохранения жизни и здоровья работников в процессе трудовой деятельности, включающая в себя правовые, социально-экономические, организационно-технические, санитарно-гигиенические, лечебно-профилактические, реабилитационные и иные мероприятия.

**3.1.4 Распределительное устройство (РУ):** электроустановка, служащая для приема и распределения электроэнергии на одном напряжении и содержащая коммутационные аппараты, сборные и соединительные шины, вспомогательные устройства (компрессорные, аккумуляторные и др.), а также устройства защиты, автоматики, телемеханики, связи и измерений.

**3.1.5 Рабочее место:** Место, где работник должен находиться или куда ему необходимо прибыть в связи с его работой и которое прямо или косвенно находится под контролем работодателя.

**3.1.6 Компенсирующие устройства:** Электротехнические устройства, предназначенные для выработки (потребления) реактивной мощности.

**3.1.7 Коммутационный аппарат:** Электрический аппарат, предназначенный для коммутации электрической цепи и снятия напряжения с части электроустановки.

**3.1.8 Контроль технического состояния:** Проверка соответствия значений параметров объекта требованиям технической документации и определения на этой основе одного из заданных видов технического состояния в данный момент времени.

**Примечание.** Видами технического состояния являются, например, исправное, работоспособное, неисправное, неработоспособное и т. п.

**3.1.9 Капитальный ремонт:** Ремонт, выполняемый для восстановления исправности и полного или близкого к полному восстановлению ресурса оборудования с заменой или восстановлением любых его частей, включая базовые.

**3.1.10 Средний ремонт:** Ремонт оборудования, выполняемый для восстановления его технико-экономических характеристик до заданных значений с заменой и (или) восстановлением составных частей ограниченной номенклатуры.

**3.1.11 Средства индивидуальной и коллективной защиты работников:** Технические средства, используемые для предотвращения или

уменьшения воздействия на работников вредных и (или) опасных производственных факторов, а также для защиты от загрязнения.

**3.1.12 Техническое обслуживание:** Комплекс технических и организационных мероприятий, осуществляемых в процессе эксплуатации технических объектов с целью обеспечения требуемой эффективности выполнения ими заданных функций.

**Примечание.** Техническому обслуживанию подлежат все технические объекты - как работающие по прямому назначению, так и находящиеся на хранении, транспортируемые, подготавливаемые к работе после хранения или транспортирования. Комплекс операций или операция по поддержанию работоспособности или исправности изделия при использовании по назначению, ожидании, хранении и транспортировании.

**3.1.13 Утилизация:** Использование ресурсов, не находящихся прямого применения по назначению, вторичных ресурсов, отходов производства и потребления.

**3.1.14 Условия труда:** Совокупность факторов производственной среды и трудового процесса, оказывающих влияние на работоспособность и здоровье работника.

**3.1.15 Эксплуатационные испытания:** Экспериментальное определение качественных и (или) количественных характеристик электрооборудования в результате воздействия на него регламентирующих факторов.

**3.1.16 Эксплуатация:** Стадия жизненного цикла изделия, на которой реализуется, поддерживается и восстанавливается его качество.

**Примечание.** Эксплуатация изделия включает в себя в общем случае использование по назначению, транспортирование, хранение, техническое обслуживание и ремонт.

## **3.2 Обозначения и сокращения**

В настоящем стандарте применены следующие обозначения и сокращения:

ВР - выключатель-разъединитель;

ПС - подстанция;

ВЛ - воздушная линия электропередачи;

РУ - распределительное устройство;

ЗРУ - закрытое распределительное устройство;

ОРУ - открытое распределительное устройство;

ЗИП - запасные части и принадлежности;

ТУ - технические условия.

## **4 Методические указания по применению выключателей - разъединителей**

### **4.1 Общие положения**

4.1.1 Конструкция ВР должна соответствовать требованиям ГОСТ Р 52565, ГОСТ Р 52726 и СТО 56947007-29.130.01.029-2009 «Выключатели-разъединители 110-330 кВ. Общие технические требования».

По своему конструктивному исполнению ВР является колонковым элегазовым выключателем с увеличенным межконтактным промежутком и устройством фиксации выключателя в отключенном положении.

Устройство фиксации ВР блокирует приводную тягу и препятствует его самопроизвольному включению. Устройство фиксации управляется дистанционно в нормальных режимах работы и может управляться вручную в аварийных режимах.

Межконтактный промежуток ВР должен иметь участок с газовой изоляцией, не шунтированный элементом дугогасительного устройства, например соплом.

ВР выполняет функции выключателя и разъединителя по отношению к смежному оборудованию распределительного устройства. Для выполнения работ по обслуживанию на элементах ВР, находящихся при нормальной работе под высоким напряжением, он отсоединяется от цепи путем отсоединения подводящих проводов, для чего могут использоваться специальные легкоъемные разъединяющие элементы.

4.1.2 ВР, устанавливаемые на энергообъект, выбираются по следующим параметрам:

- наибольшее рабочее напряжение;
- номинальный ток;
- номинальный ток отключения;
- воздействующие климатические факторы.

ВР должен соответствовать условиям работы при нормальном режиме, коротких замыканиях, перенапряжениях и нормированных нагрузках, а так же в условиях загрязнения и гололедообразования.

#### **4.2 Общие требования к схемным решениям**

4.2.1 Целесообразность применения ВР в конкретной схеме с учетом обеспечения необходимого уровня надежности функционирования сети, размера и стоимости земельного участка, природно-климатических условий должна определяться технико-экономическим обоснованием.

4.2.2 Схема распределительного устройства выбирается с учетом схемы прилегающей сети, ее параметров и перспектив развития, количества подсоединяемых линий и трансформаторов, необходимости секционирования.

4.2.3 Схемы распределительных устройств, принятые в результате конкретного проектирования, должны обеспечивать:

- коммутацию подсоединенных к распределительному устройству линий, трансформаторов и компенсирующих устройств;
- требуемую надежность работы распределительного устройства для обеспечения электроснабжения потребителей;
- требования секционирования сети;
- возможность и безопасность проведения ремонтных и эксплуатационных работ;
- экономное использование земельного участка подстанции.

#### **4.3 Указания по применению выключателей-разъединителей в различных схемах распределительного устройства**

4.3.1 ВР рекомендуется применять в следующих схемах распределительных устройств:

- блок линия-трансформатор;
- одна рабочая секционированная ВР система шин;
- одна рабочая секционированная по числу трансформаторов система шин с подключением трансформаторов к секциям через развилку из ВР;
- трансформаторы-шины с присоединением линий через 2 ВР;

Рекомендации по применению ВР в различных схемах распределительного устройства приведены в приложении В, паспорта схем приведены в приложении Г.

4.3.2 Схема «Блок (линия–трансформатор) с ВР» (рисунок В.1, таблица Г.1) применяется на тупиковых или ответвительных ПС. Схема разработана на основе типовой схемы ЗН с выключателями и разъединителями по СТО 56947007-29. 240.30.010-2008.

4.3.3 Схема «Одна рабочая секционированная выключателем система шин» (рисунок В.2, таблица Г.2) применяется для ПС с парными ВЛ и ВЛ, резервируемых от других ПС. Схема разработана на основе типовой схемы 9 с выключателями и разъединителями по СТО 56947007-29. 240.30.010-2008.

4.3.4 Схема «Одна рабочая секционированная система шин с подключением трансформаторов через развилку из ВР» (рисунок В.3, таблица Г.3) применяется при повышенных требованиях к сохранению в работе трансформаторов. Схема разработана на основе типовой схемы 9Н с выключателями и разъединителями по СТО 56947007-29. 240.30.010-2008.

4.3.5 Схема «Трансформаторы-шины с присоединением линий через два выключателя» (рисунок В.4, таблица Г.4) применяется для 100 % резервирования подключения ВЛ. Схема разработана на основе типовой схемы 15 с выключателями и разъединителями по СТО 56947007-29. 240.30.010-2008.

## **5 Методические указания по эксплуатации и техническому обслуживанию**

### **5.1 Требования к организации эксплуатации выключателя-разъединителя**

#### **5.1.1 Приемка выключателя-разъединителя на энергообъект**

5.1.1.1 По прибытии ВР на энергообъект необходимо проверить его соответствие товаросопроводительной документации по количеству мест, без вскрытия упаковки. В случае несоответствия, а также в случае нарушения целостности упаковки при транспортировании должен быть составлен Акт о недостатке или нарушении упаковки за подписью лиц, производящих приемку, и представителя транспортной организации.

5.1.1.2 При отсутствии нарушений и повреждений транспортной упаковки ВР необходимо её вскрыть<sup>1</sup> и убедиться:

- в наличии паспорта и руководства по эксплуатации;
- в соответствии номера, типа и параметров прибывшего ВР его паспортной документации;

---

<sup>1</sup> Если в договоре на поставку не указано иное.



- в соответствии комплектации упаковки паспорту;
- в наличии комплекта ЗИП;
- в наличии протоколов приемо-сдаточных испытаний;
- в отсутствии механических повреждений;
- в наличии транспортного давления элегаза в соответствии с руководством по эксплуатации предприятия изготовителя.

5.1.1.3 На ВР должны быть установлены заводские таблички с номинальными параметрами, на которых указаны:

- товарный знак или наименование предприятия-изготовителя;
- наименование изделия;
- тип ВР;
- обозначение климатического исполнения и категории размещения по ГОСТ 15150;
- порядковый номер по системе нумерации предприятия-изготовителя;
- номинальное напряжение в киловольтах;
- номинальный ток в амперах;
- номинальный ток отключения в килоамперах;
- давление заполнения газа в мегапаскалях (и рядом в скобках - в килограмм-силах на квадратный сантиметр) при 20 °С;
- масса аппарата в килограммах;
- дата изготовления (год выпуска).

5.1.1.4 На приводе ВР должна быть установлена заводская табличка с номинальными параметрами привода, на которой должны быть указаны:

- товарный знак или наименование предприятия-изготовителя;
- наименование изделия ("Привод");
- обозначение климатического исполнения и категории размещения по ГОСТ 15150;
- порядковый номер по системе нумерации предприятия - изготовителя;
- род тока и номинальное напряжение элементов привода в вольтах;
- условные обозначения встроенных расцепителей (при их наличии) и их диапазон уставок тока и выдержки времени.
- год выпуска привода.

Допускается данные встроенного привода указывать в табличке ВР.

5.1.1.5 Способ нанесения маркировки должен соответствовать ГОСТ 18620 и обеспечивать ясность надписей в течение всего времени эксплуатации ВР.

5.1.1.6 Соответствие ВР техническим требованиям должно подтверждаться следующими документами:

- для отечественных производителей - сертификатом соответствия требованиям безопасности в системе ГОСТ Р, действующими ТУ, согласованными с заказчиком (при наличии) и заключением аттестационной комиссии ОАО «ФСК ЕЭС»;

- для зарубежных производителей - сертификатом соответствия требованиям безопасности в системе ГОСТ Р и заключением аттестационной комиссии ОАО «ФСК ЕЭС».

5.1.1.7 При обнаружении каких-либо нарушений или несоответствий должна составляться дефектная ведомость для завода-изготовителя с перечнем обнаруженных отклонений, а приемка ВР должна быть приостановлена.

5.1.1.8 При отсутствии нарушений и несоответствий документации составляется двусторонний акт сдачи-приемки ВР.

#### 5.1.2 Монтаж ВР

5.1.2.1 Монтаж ВР должен производиться специализированной организацией, аккредитованной заводом-изготовителем на данный вид деятельности или под руководством (с участием) шеф-инженера завода-изготовителя.

Перед началом монтажа необходимо проверить наличие всего необходимого инструмента, приспособлений, оборудования, материалов и документации в соответствии с руководством по эксплуатации.

5.1.2.2 Монтаж ВР проводится в соответствии с указаниями инструкции по монтажу и руководству по эксплуатации предприятия изготовителя.

5.1.2.3 Дефекты и недоделки, допущенные в ходе монтажа, должны быть устранены монтажными организациями, проводившими монтаж изделия.

#### 5.1.3 Ввод в эксплуатацию ВР

5.1.3.1 При вводе ВР в эксплуатацию, он должен пройти испытания в соответствии с руководством по эксплуатации.

5.1.3.2 При вводе в эксплуатацию ВР, в качестве исходных значений контролируемых параметров принимают значения, указанные в руководстве по эксплуатации и в протоколе приемосдаточных испытаний.

5.1.3.3 Форма акта приемки в эксплуатацию ВР после монтажа приведена в приложении Б.

#### 5.1.4 Эксплуатация ВР

5.1.4.1 Эксплуатация ВР должна вестись в полном соответствии с требованиями следующей нормативно-технической документации:

- СТО 56947007-29.130.01.029-2009 «Выключатели-разъединители 110-330 кВ. Общие технические требования»;

- Руководство по эксплуатации предприятия-изготовителя ВР;

- Правила технической эксплуатации электрических станций и сетей Российской Федерации [2];

- Межотраслевые правила по охране труда (Правила безопасности) при эксплуатации электроустановок, утвержденные Министерством труда и социального развития Российской Федерации и Министерством энергетики РФ [4];

- СО «Объемы и нормы испытаний электрооборудования» [3];

- Правила устройства электроустановок [1];

- Правила противопожарного режима в российской федерации [5];

- местные инструкции по эксплуатации ВР;

- местные инструкции по охране труда.

5.1.4.2 Эксплуатация ВР, имеющего повреждения, препятствующие выполнению его основных функций, не допускается.

5.1.4.3 Для ВР должен осуществляться учет наработки механического и коммутационного ресурса.

5.1.4.4 Контроль давления элегаза (с помощью индикатора давления), необходимо проводить на подстанциях с постоянным дежурством персонала не реже 1 раза в сутки, на подстанциях без постоянного дежурства персонала - не реже 1 раза в месяц с занесением результатов контроля в паспорт (формуляр) выключателя-разъединителя.

5.1.4.5 Поверка индикатора давления производится при ремонте ВР с откачкой элегаза один раз в 15 лет или после выполнения 5000 операций отключения. При проверке индикатора давления необходимо определять давление срабатывания сигнальных и блокировочных контактов по контрольному манометру.

Проверка индикатора давления осуществляется один раз в 15 лет или каждые 5000 механических циклов ВО.

5.1.5 Требования к ведению технической документации ВР.

5.1.5.1 На энергообъекте, оснащенном ВР, должна быть техническая документация в следующем объеме:

- паспорт на ВР;
- протоколы приемо-сдаточных испытаний;
- руководство по эксплуатации ВР;
- ведомость ЗИП;
- журнал с результатами осмотров, ремонтов, установленных дефектах, сведениями об изменении конструкции и схемы управления аппарата;
- журнал контроля концентрации элегаза в рабочем помещении (в случае установки ВР в ЗРУ).

5.1.5.2 Содержание комплекта технической документации, ведение, форма и сроки ее хранения должны соответствовать [2].

5.1.6 Вывод ВР в ремонт

5.1.6.1 Вывод в ремонт ВР должен производиться в соответствии с руководством по эксплуатации и на основании оценки технического состояния.

5.1.6.2 Вывод в ремонт ВР осуществляется путем отсоединения от него ошиновки и наложения заземления в соответствии с местной инструкцией по переключению и заземлению данного участка схемы.

5.1.6.3 Непланный вывод в ремонт ВР, осуществляется в случае:

- а) возникновения в процессе эксплуатации ВР неисправностей, требующих проведения ремонтных работ;
- б) снижения давления элегаза, если давление элегаза не удерживается на нормированном уровне после его дозаправки.

## **5.2 Требования к организации технического обслуживания и ремонта выключателя-разъединителя**

### **5.2.1 Требования к техническому обслуживанию и ремонту**

5.2.1.1 Для обеспечения надежной работы ВР должен проходить периодическое техническое обслуживание и ремонты в соответствии с руководством по эксплуатации предприятия изготовителя.

5.2.1.2 В случае появления отдельных неисправностей или отказов ВР выполняется обслуживание или ремонтные работы в объеме, необходимом для их устранения.

5.2.1.3 Эксплуатация ВР включает в себя техническое обслуживание и следующие ремонты: текущий, средний, капитальный.

При техническом обслуживании и ремонтах необходимо:

- пользоваться специальными инструментами и принадлежностями, которые поставляет предприятие-изготовитель;

- использовать комплект ЗИП, поставляемый с ВР.

5.2.1.4 Необходимость проведения ремонтов определяется на основании данных диагностических обследований, периодических и оперативных осмотров, а также на основании результатов проведенного технического обслуживания.

Периодичность средних ремонтов может быть изменена исходя из опыта эксплуатации. После исчерпания механического или коммутационного ресурса должен производиться капитальный ремонт оборудования независимо от продолжительности его эксплуатации.<sup>2</sup>

### **5.2.2 Контроль технического состояния оборудования**

5.2.2.1 ВР должен проходить осмотр, контроль технического состояния, устранение мелких дефектов, проверку работоспособности.

При внешнем осмотре должны контролироваться:

- состояние внешней изоляции;
- отсутствие посторонних шумов, создаваемых ВР;
- в ночное время - отсутствие видимой «короны»;
- работа подогревателей (в холодное время);
- давление газа по индикатору давления.

5.2.2.2 Контроль технического состояния ВР должен производиться ремонтным персоналом энергообъекта в соответствии с руководством по эксплуатации.

5.2.2.3 Периодичность контроля технического состояния ВР указана в руководстве по эксплуатации, а также устанавливается техническим руководителем энергообъекта с учетом условий и опыта эксплуатации, технического состояния и срока службы оборудования.

Визуальный осмотр ВР должен проводиться:

- на объектах с постоянным дежурным персоналом - не реже 1 раза в сутки;

---

<sup>2</sup> Но не реже одного раза в 18 лет.

- на объектах без постоянного дежурного персонала - не реже 1 раза в месяц;

- в темное время суток для выявления разрядов и коронирования - не реже 1 раза в месяц.

5.2.2.4 Техническое состояние ВР определяется путем сравнения результатов конкретных испытаний со значениями указанными в технической документации предприятия изготовителя, а также с результатами предыдущих испытаний, осмотров и данных эксплуатации.

#### 5.2.3 Требования к ремонту ВР

5.2.3.1 Ремонт ВР выполняется в соответствии с техническими документами на аппарат и в зависимости от его технического состояния.

Аварийный ремонт выполняется в случае выхода аппарата из строя. Сроки плановых ремонтов устанавливаются техническим руководителем энергообъекта.

5.2.3.2 Объемы ремонтных работ должны быть согласованы с организациями-исполнителями (подрядными организациями).

5.2.3.3 Качество проводимого ремонта оценивается сравнением результатов испытаний после ремонта с данными при вводе в эксплуатацию нового ВР, принимаемыми в качестве исходных.

После капитального ремонта, проведенного специализированной организацией, в качестве исходных значений для контроля в процессе дальнейшей эксплуатации принимаются значения, полученные по результатам испытаний после окончания ремонта.

5.2.3.4 Если в течение испытаний были обнаружены дефекты, препятствующие работе оборудования с номинальными параметрами, то ремонт считается незаконченным до устранения этих дефектов и повторного проведения приемосдаточных испытаний.

5.2.3.5 Форма бланка сведений о ремонтах ВР приведена в приложении А.

#### 5.2.4 Ввод ВР после ремонта

5.2.4.1 Приемка ВР из ремонта должна производиться по программе, согласованной с исполнителями и утвержденной техническим руководителем энергообъекта.

5.2.4.2 Для контроля технического состояния ВР после ремонта должны проводиться испытания в объеме, установленном в руководстве по эксплуатации, [1] и [3].

5.2.4.3 Если в течение испытаний были обнаружены дефекты, препятствующие работе оборудования, то ремонт считается незаконченным до устранения этих дефектов и повторного проведения испытаний.

#### 5.2.5 Испытания ВР

5.2.5.1 При вводе ВР в работу после ремонта и в процессе его эксплуатации проводятся испытания, позволяющие определять степень развития и опасность возможных дефектов на ранних стадиях.

5.2.5.2 Испытания ВР должны проводиться в соответствии с указаниями руководства по эксплуатации, [3] и местных инструкций по эксплуатации.

5.2.5.3 ВР должен проходить следующие испытания и измерения:

- проверку механической работоспособности, в том числе, при пониженных напряжениях цепей управления;
- измерение времени срабатывания;
- измерение сопротивления токоведущего контура;
- проверку герметичности;
- проверку содержания влаги в элегазе;
- проверку фиксации подвижной системы ВР в отключенном положении;
- проверку электрических и механических блокировок;
- проверку изоляции вспомогательных цепей;
- проверку действия фиксатора привода в отключенном положении.

Проверка содержания влаги в элегазе должна проводиться только обученным и оснащенным необходимым оборудованием персоналом.

Периодичность испытаний ВР указывается в руководстве по эксплуатации.

5.2.5.4 Периодичность профилактических испытаний ВР, если она не указана в руководстве по эксплуатации, устанавливается техническим руководителем энергообъекта с учетом условий и опыта эксплуатации, технического состояния и срока службы выключателя-разъединителя.

5.2.5.5 При эксплуатационных испытаниях, включая испытания при выводе в капитальный ремонт, в качестве исходных принимаются значения параметров, определенные испытаниями при вводе в эксплуатацию нового ВР.

### **5.3 Транспортировка и хранение выключателя-разъединителя**

5.3.1 Транспортирование ВР может проводиться транспортом любого вида.

5.3.2 Условия транспортирования и хранения в части воздействия климатических факторов внешней среды должны соответствовать ГОСТ 15150 и ГОСТ 23216 и должны быть указаны в технических условиях на конкретные типы ВР.

5.3.3 Консервация изделий должна проводиться согласно ГОСТ 23216 (раздел 3).

5.3.4 В каждое грузовое место должен быть вложен упаковочный лист, содержащий перечень упакованных частей.

5.3.5 ВР транспортируют при давлении элегаза, рекомендованном предприятием изготовителем.

5.3.6 Рекомендуется избегать хранения ВР в состоянии транспортирования и производить его установку непосредственно после транспортирования на место монтажа.

5.3.7 Если хранение необходимо, то хранить ВР следует в транспортной упаковке в помещениях или под навесом. Для хранения транспортные ящики должны устанавливаться на плоских поверхностях выше уровня земли, для

исключения механических повреждений оборудования и воздействия осадков. Следует удалить пластиковую пленку для предохранения от коррозии из-за конденсации влаги. При длительном хранении следует проводить консервацию.

5.3.8 В исключительных случаях допускается хранение ВР на открытом воздухе на специальной площадке под навесом с соблюдением требований пожарной безопасности. При этом ящики должны быть установлены на устойчивые подставки и закрыты брезентом.

5.3.9 Привод по прибытии рекомендуется распаковать и хранить в помещении.

5.3.10 Если привод приходится хранить на открытом воздухе, то для его защиты от коррозии и повреждений вследствие намерзания льда ящик должен быть открыт, чтобы обеспечить обмен воздуха, а подогреватели должны быть включены, чтобы не было конденсации влаги.

5.3.11 Хранение баллонов заполненных элегазом должно соответствовать требованиям Правил устройства и безопасной эксплуатации сосудов, работающих под давлением [6].

5.3.12 Баллоны следует хранить в прохладном, сухом, хорошо проветриваемом помещении вдали от воспламеняющихся или взрывчатых материалов с соблюдением требований по пожарной безопасности.

5.3.13 Баллоны должны быть защищены от прямого солнечного света и температурных воздействий, установлены на чистом и ровном основании в вертикальном положении вентилем вверх и защищены от падения. Вентиль баллонов должен быть закрыт крышкой.

5.3.14 Баллоны должны иметь четкую маркировку с указанием содержания элегаза. Каждый баллон с элегазом должен иметь сертификат.

Баллоны с товарным элегазом должны быть отделены от баллонов с использованным (бывшем в употреблении) элегазом.

#### **5.4 Вывод из эксплуатации выключателя-разъединителя**

Вывод ВР из эксплуатации должен производиться на основании Протокола заседания комиссии о выводе из эксплуатации оборудования по результатам испытаний и измерений, а также в случае повреждений при технологических нарушениях, при выходе параметров за установленные нормы, выявленные при техническом обслуживании, по причине физического износа.

#### **5.5 Требования к утилизации**

5.5.1 Утилизация выведенного из эксплуатации ВР должна производиться в соответствии с рекомендациями предприятия-изготовителя.

5.5.2 При утилизации ВР элегаз должен быть откачан. Особое внимание должно быть уделено предотвращению утечки элегаза. Откачанный газ в зависимости от технических возможностей и конкретных обстоятельств может быть:

- регенерирован на месте и повторно использован в другом оборудовании;

- отправлен для регенерации поставщику;
- отправлен для утилизации в специализированные предприятия.

В тех случаях, когда выключатель-разъединитель заполнен смесью газов, элегаз выделяется из смеси. Можно также направить газовую смесь для утилизации без ее разделения.

5.5.3 После откачки элегаза ВР рекомендуется разобрать до отдельных узлов и деталей, соблюдая указания руководства по эксплуатации в части чистки, восстановления и сортировки материалов.

## **6 Охрана труда при эксплуатации и техническом обслуживании выключателя-разъединителя**

### **6.1 Общие положения**

6.1.1 ВР должен быть заземлен в соответствии с требованиями ГОСТ 12.2.007.0.

Заземление должно обеспечивать напряжения прикосновения и токи через тело человека при прикосновении не более значений, приведенных в таблице 1.

Таблица 1 - Напряжения прикосновения и токи, протекающие через тело человека, при нормальном режиме работы ВР в соответствии с ГОСТ 12.1.038.

Род тока	$U$ , В	$I$ , мА
	не более	
Переменный, 50 Гц	2,0	0,3
Постоянный	8,0	1,0

Примечания:

1 Напряжения прикосновения и токи приведены при продолжительности воздействий не более 10 мин в сутки и установлены, исходя из реакции ощущения.

2 Напряжения прикосновения и токи для лиц, выполняющих работу в условиях высоких температур (выше 25 °С) и влажности (относительная влажность более 75 %), должны быть уменьшены в три раза.

Предельно допустимые значения напряжения прикосновения в аварийном режиме работы ВР должны быть не более значений, приведенных в таблице 2.

Таблица 2 - Предельно допустимые значения напряжений прикосновения при аварийном режиме работы ВР в соответствии с ГОСТ 12.1.038

Продолжительность воздействия $t$ , с	Предельно допустимое значение напряжения прикосновения $U$ , В
До 0,1	500



0,2	400
0,5	200
0,7	130
1,0	100
Свыше 1,0 до 5,0	65

6.1.2 Температура нагрева доступных металлических поверхностей органов управления не должна превышать 60 °С.

6.1.3 Место и способ установки ВР на энергообъекте должны обеспечивать возможность безопасного наблюдения за показаниями контрольных приборов и устройств и безопасное проведение работ по техническому обслуживанию и ремонту.

6.1.4 Индикаторы положения контактов, заземляющие ножи, фиксаторы отключенного положения ВР должны быть хорошо наблюдаемы визуально. Визуальное наблюдение может осуществляться оперативным персоналом со щита, расположенного на территории подстанции, или с помощью камер видеонаблюдения.

6.1.5 На энергообъекте должны быть разработаны местные производственные инструкции и инструкции по охране труда применительно к конкретным условиям эксплуатации ВР с учетом необходимости надежного обеспечения безопасности работ в условиях отсутствия видимого разрыва, зависимости электрической прочности изоляционного промежутка между контактами от давления элегаза, наличия и устройства блокировочных устройств на конкретном ВР.

6.1.6 На энергообъекте должен осуществляться контроль за соблюдением требований настоящего стандарта, требований инструкций по охране труда при эксплуатации выключателя-разъединителя, контроль за проведением инструктажей.

6.1.7 В зависимости от конкретных условий эксплуатации, руководитель энергообъекта может предусматривать дополнительные меры безопасности труда, не противоречащие настоящему стандарту. Данные меры безопасности должны быть внесены в соответствующие инструкции по охране труда.

6.1.8 При проведении работ с применением подъемных устройств необходимо обращать внимание на состояние и правильную установку подъемных устройств с соблюдением правил устройства и безопасной эксплуатации грузоподъемных кранов [7].

6.1.9 Руководитель объекта обязан обеспечить выполнение мероприятий по охране труда и по созданию безопасных условий труда. Работникам должны быть выданы необходимые средства защиты.

6.1.10 Каждый работник, обслуживающий ВР, должен знать его устройство, руководство по эксплуатации, учитывать специфические особенности конструкции, пройти соответствующий инструктаж, строго выполнять требования нормативных документов.

## **6.2 Требования к персоналу**

6.2.1 Электротехнический персонал, обязан знать требования руководства по эксплуатации предприятия изготовителя.

6.2.2 Эксплуатационный персонал энергообъекта обязан:

- соблюдать оперативно-диспетчерскую дисциплину;
- содержать ВР, введенный в эксплуатацию, в состоянии эксплуатационной готовности;
- соблюдать правила промышленной и пожарной безопасности в процессе эксплуатации ВР;
- выполнять требования охраны труда;
- принимать меры, направленные на снижение вредного влияния на людей и окружающую среду;
- обеспечивать требования единства измерений при работе с ВР.

6.2.3 Работники, принимаемые для выполнения работ с ВР, должны быть обучены (до допуска к самостоятельной работе) в специализированных центрах подготовки персонала или непосредственно на рабочих местах.

6.2.4 До приема работника на работу, а также периодически, в порядке, предусмотренном Минздравом России, должна быть проведена проверка состояния его здоровья.

6.2.5 К работе с ВР допускаются лица с профессиональным образованием и с опытом эксплуатации выключателей и разъединителей, и имеющие группу по электробезопасности не ниже III.

6.2.6 Профессиональная подготовка персонала, повышение его квалификации, проверка знаний по пожарно-техническому минимуму и инструктажи проводятся в соответствии с требованиями государственных и отраслевых нормативных правовых актов по организации охраны труда и безопасной работе персонала.

6.2.7 Способ и форму обучения работника определяет руководитель объекта.

6.2.8 Электротехнический персонал, должен пройти проверку знаний «Межотраслевых Правил по охране труда (правила безопасности) при эксплуатации электроустановок» и других нормативно-технических документов (правил и инструкций по технической эксплуатации, пожарной безопасности, применению и испытанию средств защиты, устройства электроустановок, местных производственных инструкций и по охране труда) в пределах требований, предъявляемых к соответствующей должности, и иметь соответствующую группу по электробезопасности.

6.2.9 Электротехнический персонал до допуска к самостоятельной работе должен быть обучен приемам освобождения пострадавшего от

действия электрического тока, оказания первой помощи при несчастных случаях.

6.2.10 Персонал обязан соблюдать требования Правил безопасности, инструкций по охране труда, указания, полученные при инструктаже.

Работнику, прошедшему проверку знаний по охране труда при эксплуатации электроустановок, выдается удостоверение установленной формы.

### 6.3 Оперативное обслуживание

6.3.1 Оперативные переключения должен выполнять оперативный персонал, допущенный распорядительным документом руководителя организации.

6.3.2 Не допускается приближение людей, механизмов и грузоподъемных машин к находящимся под напряжением неогражденным токоведущим частям ВР на расстояния менее указанных в таблице 3.

Таблица 3 Допустимые расстояния до токоведущих частей выключателя-разъединителя, находящихся под напряжением в соответствии с «Межотраслевыми правилами охраны труда (правила безопасности) при эксплуатации электроустановок» [4]

Напряжение, кВ	Расстояние от людей и применяемых ими инструментов и приспособлений, от временных ограждений, м	Расстояния от механизмов и грузоподъемных машин в рабочем и транспортном положении, от стропов, грузозахватных приспособлений и грузов, м
110	1,0	1,5
150	1,5	2,0
220	2,0	2,5
330	2,5	3,5

6.3.3 В нормальном режиме эксплуатации допускается только дистанционное оперирование ВР. Нахождение персонала на площадке ПС во время операций не допускается.

6.3.4 Единоличный осмотр ВР может выполнять работник из числа оперативного персонала, находящегося на дежурстве и имеющий группу по электробезопасности не ниже III, либо работник из числа административно-технического персонала, имеющий группу V и право единоличного осмотра на основании письменного распоряжения руководителя организации.

6.3.5 Работники, не обслуживающие ВР, могут допускаться к ним в сопровождении оперативного персонала, имеющего группу IV, обслуживающего данную электроустановку, либо работника, имеющего право единоличного осмотра.

Сопровождающий работник должен следить за безопасностью людей, при приближении к ВР.

6.3.6 При несчастных случаях для освобождения пострадавшего от действия электрического тока напряжение с ВР должно быть снято немедленно без предварительного разрешения.

#### **6.4 Техническое обслуживание**

6.4.1 При техническом обслуживании должно проверяться:

- отсутствие дефектов в устройствах заземления, которые могут быть вызваны протеканием токов короткого замыкания и механическими воздействиями при работе ВР;

- состояние блокировочных устройств ВР, обеспечивающих исключение неправильных операций;

- исправность устройств, обеспечивающих безопасный подъем, перемещение, монтаж, ремонт монтажных единиц;

- состояние указателей включенного и отключенного положений ВР;

- исправность устройства сигнализации и блокировки ВР, исключающих возможность оперирования при снижении давления газа ниже уровня, нормированного для данного типа ВР.

6.4.2 В местах размещения ВР должна быть обеспечена защита работающих от электрического и магнитного полей, напряженности которых превышают допустимые значения.

Предельно допустимый уровень напряженности воздействующего электрического поля (ЭП) составляет 25 кВ/м. Пребывание в ЭП с уровнем напряженности, превышающим 25 кВ/м, без применения индивидуальных средств защиты не допускается.

При уровнях напряженности ЭП свыше 20 до 25 кВ/м время пребывания персонала в ЭП не должно превышать 10 мин.

При уровне напряженности ЭП свыше 5 до 20 кВ/м допустимое время пребывания персонала рассчитывается по формуле

$$T = 50 / E - 2, \tag{1}$$

где  $E$  - уровень напряженности воздействующего ЭП (кВ/м);

$T$  - допустимое время пребывания персонала (ч).

При уровне напряженности ЭП, не превышающем 5 кВ/м, пребывание персонала в ЭП допускается в течение всего рабочего дня (8 ч).

Допустимое время пребывания в электрическом поле может быть реализовано одноразово или дробно в течение рабочего дня. В остальное рабочее время необходимо использовать средства защиты или находиться в электрическом поле напряженностью до 5 кВ/м.

6.4.3 Персонал, обслуживающий ВР напряжением 330 кВ, должен иметь карту распределения напряженности электрического поля на площадке ОРУ на уровне 1,8 м над поверхностью земли.

6.4.4 Допустимая напряженность (Н) или индукция (В) магнитного поля для условий общего (на все тело) и локального (на конечности) воздействия в зависимости от продолжительности пребывания в магнитном поле определяется в соответствии с таблицей 4.

Таблица 4 - Допустимые уровни магнитного поля в соответствии с «Межотраслевыми правилами охраны труда (правила безопасности) при эксплуатации электроустановок» [4]

Время пребывания, ч	Допустимые уровни магнитного поля Н (А/м)/В (мкТл) при воздействии	
	общем	локальном
≤ 1	1600/2000	6400/8000
2	800/1000	3200/4000
4	400/500	1600/2000
8	80/100	800/1000

Примечание. Допустимые уровни магнитного поля внутри временных интервалов определяются интерполяцией.

6.4.5 При необходимости пребывания персонала в зонах с различной напряженностью магнитного поля общее время выполнения работ в этих зонах не должно превышать предельно допустимое для зоны с максимальной напряженностью в соответствии с таблицей 4.

6.4.6 Допустимое время пребывания в магнитном поле может быть реализовано одноразово или дробно в течение рабочего дня. При изменении режима труда и отдыха (сменная работа) предельно допустимый уровень магнитного поля не должен превышать установленный для 8-часового рабочего дня.

### **6.5 Порядок и условия производства работ**

6.5.1 При проведении работ на ВР должны быть выполнены организационные и технические требования, предусмотренные «Межотраслевыми правилами охраны труда (правила безопасности) при эксплуатации электроустановок» [4] с учетом ниже изложенных дополнений, предусмотрены первичные средства пожаротушения.

6.5.2 Организационными мероприятиями, обеспечивающими безопасность работ на ВР, являются:

- оформление работ нарядом;
- допуск к работе;
- надзор во время работы;
- оформление перерыва в работе, перевода на другое место, окончания работы.

6.5.3 Производителем работ по наряду или распоряжению должен назначаться работник с группой по электробезопасности не ниже IV.

6.5.4 При проведении работ на оборудовании (линия, трансформатор и другое), которое отделено от находящихся под напряжением токоведущих частей ВР, не имеющим видимого разрыва, должны быть выполнены следующие технические мероприятия:

- отключение ВР;
- отключение цепей управления и питания привода ВР;
- отключение других коммутационных аппаратов, которыми может быть подано напряжение на участок проведения работ, и принятие мер, исключающих их включение;
- для предотвращения ошибочного или самопроизвольного включения этих коммутационных аппаратов, которыми может быть подано напряжение к месту работы, должны быть предприняты меры в соответствии с п. 3.1.4 Межотраслевых правил по охране труда [4];
- вывешивание на ключах дистанционного управления ВР и других коммутационных аппаратов, которыми может быть подано напряжение на участок проведения работ, запрещающих плакатов;
- блокировка ВР в отключенном положении устройствами, предусмотренными предприятием изготовителем;
- проверка включения блокировки ВР в распределительном устройстве на месте его установки;
- принятие мер, исключающих несанкционированное снятие блокировки ВР (например, запираание шкафа управления устройством блокировки на замок);
- проверка отсутствия напряжения на заземляемом оборудовании;
- включение встроенных и отдельно стоящих заземлителей, наложение переносных заземлений со всех сторон, обеспечивающих невозможность появления напряжения в месте производства работ;
- вывешивание указательных плакатов "Заземлено", ограждение рабочих мест и оставшихся под напряжением токоведущих частей рядом расположенного оборудования, вывешивание предупреждающих и предписывающих плакатов.

Переключения при выводе в ремонт ВР или коммутируемых ВР цепей должны выполняться в соответствии со стандартом СТО 59012820.29.020.005-2011 «Правила переключения в электроустановках» и разработанными местными инструкциями энергопредприятий с учетом специфики схем.

6.5.5 В случае снижения давления в ВР подается звуковой сигнал снижения давления, оповещающий об этом весь персонал, находящийся в зоне проведения работ. Работа на оборудовании присоединения должна быть немедленно прекращена, а работающий персонал выведен в безопасную зону.

6.5.6 При проведении работ на ВР он должен быть отключен, отсоединен от схемы подстанции выключателями и разъединителями со всех сторон, откуда может быть подано напряжение, и заземлен. Если выполняемая работа требует выведения ВР из схемы распределительного устройства на длительное время, то рекомендуется отсоединить от ВР подведенную к его

выводу ошиновку со стороны сборных шин (расшиновать ВР со стороны шин). После расшиновки ВР расстояния от токоведущих до заземленных частей должны быть не менее указанных в таблице 3.

6.5.7 При подготовке рабочего места должны быть отключены:

- токоведущие части, на которых будут производиться работы;
- неогражденные соседние токоведущие части, к которым возможно случайное приближение людей, механизмов и грузоподъемных машин на расстояние, менее указанного в таблице 3;

- цепи управления и питания приводов.

6.5.8 При проведении работ в закрытых распределительных устройствах должна быть проверено отсутствия элегаза в местах его возможного скопления.

6.5.9 Не допускается самовольное проведение работ, а также расширение рабочих мест и объема задания, определенных нарядом или распоряжением.

6.5.10 Для пробных включений и отключений ВР при его наладке и регулировке допускается временная подача напряжения в цепи оперативного тока, силовые цепи привода, при этом наряд не закрывается.

Операции по опробованию ВР может осуществлять производитель работ, если на это получено разрешение выдавшего наряд и подтверждено записью в строке «Отдельные указания» наряда, либо оперативный персонал по просьбе производителя работ.

Повторное разрешение на допуск к работе после опробования ВР не требуется.

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

6.5.11 После полного окончания работ бригада должна быть удалена с рабочего места, установленные бригадой ограждения, заземления и переносные плакаты сняты, наряд должен быть закрыт и передан оперативному персоналу энергообъекта (допускающему).

После проверки рабочего места по окончании ремонтных работ допускающий должен сообщить вышестоящему оперативному руководителю о возможности включения ВР в работу.

6.5.12 Ремонты ВР должны выполняться по технологическим картам или ППР, утвержденным руководителем энергообъекта.

6.5.13 Не допускается прикасаться без применения электрозщитных средств к изоляторам, изолирующим частям ВР, находящегося под напряжением.

6.5.14 При обнаружении нарушений требований настоящего стандарта или выявлении других обстоятельств, угрожающих безопасности работающих, бригада должна быть удалена с рабочего места и у производителя работ (наблюдающего) должен быть отобран наряд. Только после устранения

обнаруженных нарушений бригада может быть вновь допущена к работе с оформлением нового наряда или распоряжения.

### **6.6 Требования безопасности при работе с элегазом**

6.6.1 Изоляционная среда ВР - элегаз (шестифтористая сера SF<sub>6</sub>).

6.6.2 При работе с элегазом в помещении необходимо учитывать, что элегаз в пять раз тяжелее воздуха и поэтому, в случае его утечки или выброса, легко аккумулируется в нижних зонах, таких как кабельные каналы, баки. Элегаз взрывобезопасен и пожаробезопасен, но при аккумулировании большого количества элегаза может появиться риск удушья вследствие недостатка кислорода. Необходимо выполнять все работы в хорошо вентилируемых зонах.

6.6.3 При температуре горения дуги 1500 – 5000 К элегаз частично разлагается. При работе с вредными для здоровья продуктами разложения элегаза и отходами необходимо использовать защитные средства: противогазы или лицевые маски, комбинезоны, пластиковые или резиновые перчатки и работать в соответствии с местной инструкцией по охране труда при работе с элегазовым оборудованием.

6.6.4 Газ необходимо удалять из отключенного ВР с помощью специального газотехнологического оборудования.

6.6.5 Все отходы и использованные адсорбенты должны быть собраны в емкости (пакеты) и утилизированы как химические отходы в соответствии с ГОСТ 52108.

6.6.6 Защитные средства должны быть тщательно промыты большим количеством воды.

### **6.7 Требования пожарной безопасности**

6.7.1 Основные требования пожарной безопасности при работе с ВР на энергообъектах устанавливаются [5] и являются обязательными для всех инженерно-технических работников, рабочих и служащих энергообъекта.

6.7.2 В соответствии с действующим законодательством ответственность за противопожарное состояние ВР возлагается на технического руководителя энергообъекта.

6.7.3 О каждом пожаре ВР на подведомственных объектах необходимо сообщать в вышестоящую организацию и назначать комиссию для установления причин пожара и разработки противопожарных мероприятий.

6.7.4 Эксплуатационный персонал энергообъекта обязан знать и соблюдать установленные требования пожарной безопасности при работе с ВР.

При возникновении пожара на объекте первый заметивший очаг пожара должен немедленно сообщить начальнику смены энергообъекта или руководству энергопредприятия, а при наличии связи - в пожарную охрану и приступить к тушению пожара имеющимися средствами пожаротушения.

6.7.5 При работах по техническому обслуживанию или ремонту ВР следует применять материалы или изделия, ограничивающие распространение пламени.



6.7.6 При нарушениях пожарной безопасности при работе с ВР, использовании не по прямому назначению пожарного оборудования каждый работник предприятия обязан немедленно указать об этом нарушителю и сообщить лицу, ответственному за пожарную безопасность, или руководителю предприятия.



**Акт приемки в эксплуатацию выключателя-разъединителя после  
монтажа**

**АКТ**

приемки оборудования подстанции \_\_\_\_\_

после монтажа от «\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

Комиссия, назначенная приказом по \_\_\_\_\_

от «\_\_» \_\_\_\_\_ в составе:

Председатель комиссии \_\_\_\_\_

Члены комиссии \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

произвела приемку в эксплуатацию после монтажа оборудования

При приемке установлено:

1. Монтаж выполнен в период с \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.  
по \_\_\_\_\_  
и выполнен за \_\_\_\_\_ календарных суток против \_\_\_\_\_  
календарных суток по плану.  
Ответственный руководитель работ \_\_\_\_\_  
Ответственный производитель работ \_\_\_\_\_
2. Монтаж произведен на основании \_\_\_\_\_
3. При монтаже выполнены следующие основные регламентированные  
работы: \_\_\_\_\_
4. Перечень недоделок, не препятствующих нормальной эксплуатации  
объекта: \_\_\_\_\_

5. Сметная стоимость монтажа по утвержденной сметной документации \_\_\_\_\_ рублей.  
Фактическая стоимость \_\_\_\_\_ рублей.
6. Комиссия проверила наличие и содержание следующих документов по монтажу:
- 

Решение комиссии:

Предъявленное к сдаче оборудование \_\_\_\_\_

принимается в эксплуатацию «\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

С оценкой выполненных работ \_\_\_\_\_

Приложение к акту \_\_\_\_\_

---

Председатель комиссии: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

(подпись)

(Ф.И.О)

Члены комиссии:


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

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

**Рекомендации по применению ВР в различных схемах  
распределительного устройства**

**Условные обозначения в схемах**

Таблица В.1 Условные обозначения в схемах

Условное обозначение	Расшифровка
	Трансформатор напряжения
	Трансформатор тока
	Выключатель-разъединитель со встроенным заземлителем
	Выключатель-разъединитель
	Разъединитель со встроенными заземлителями
	ОПН
	Выключатель
	Заземлитель
	Линия с высокочастотной обработкой
	Трансформатор

**В.1 Схема «Блок (линия - трансформатор) с ВР», 3Н(ВР)**

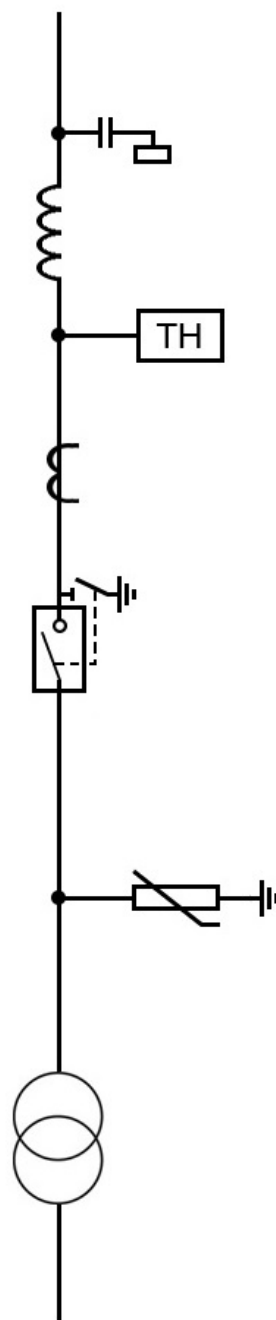


Рисунок В.1 Схема «Блок (линия-трансформатор) с ВР», 3Н(ВР)

**В.2 Схема «Одна рабочая секционированная выключателем система шин», 9(ВР)**

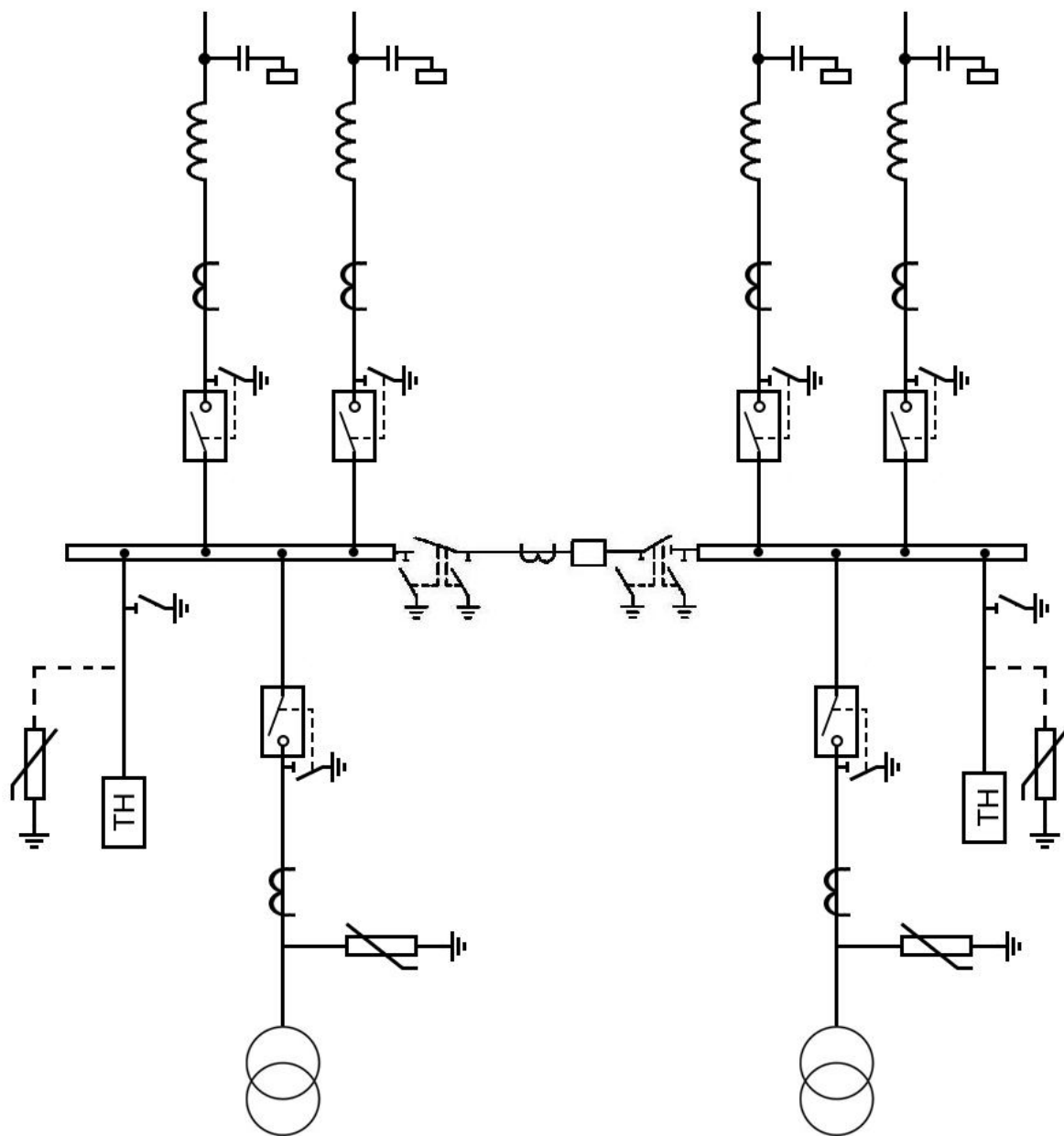


Рисунок В.2 Схема «Одна рабочая секционированная выключателем система шин», 9(ВР)

**В.3 Схема «Одна рабочая секционированная система шин с подключением трансформаторов через развилку из ВР», 9Н(ВР)**

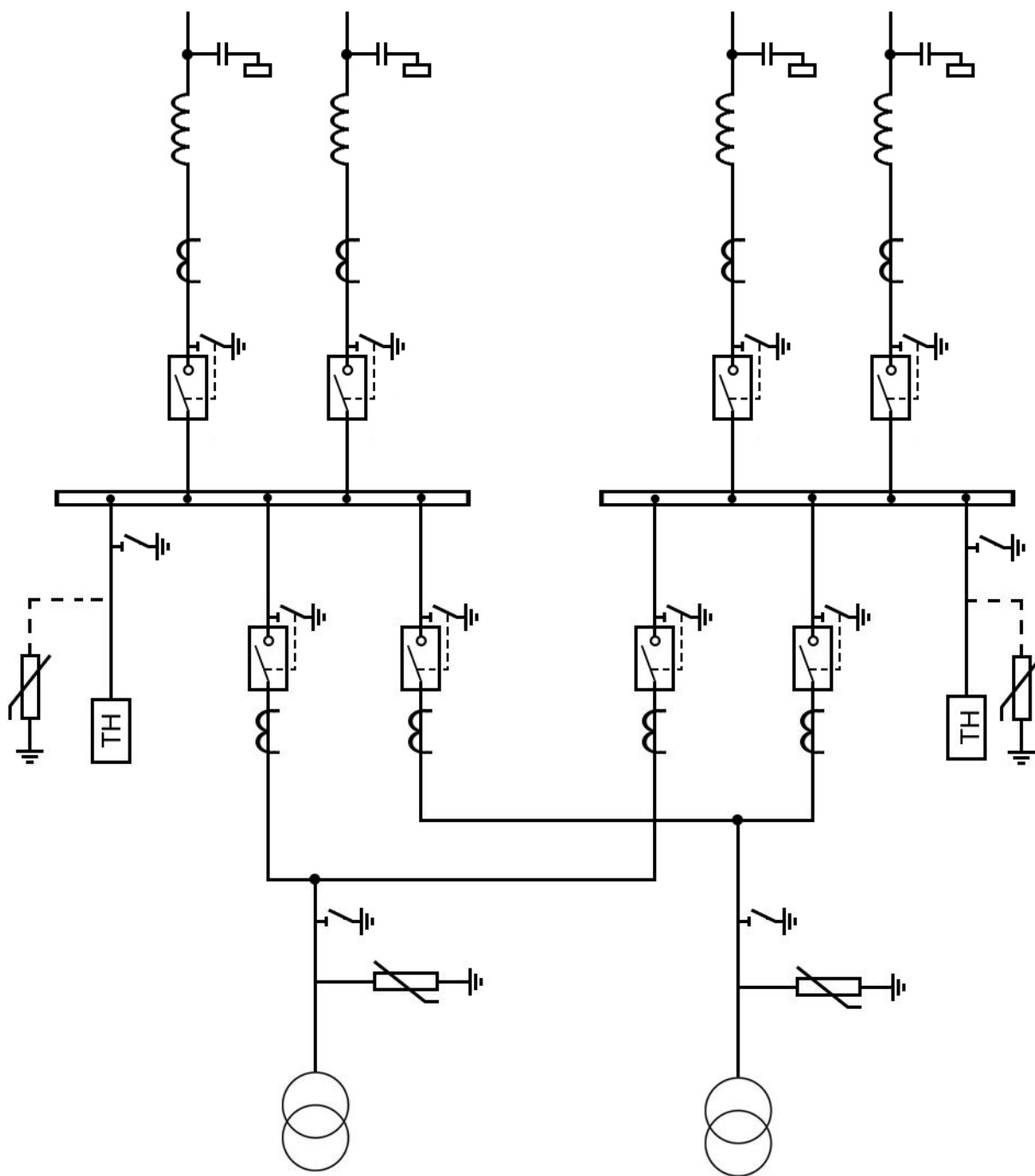
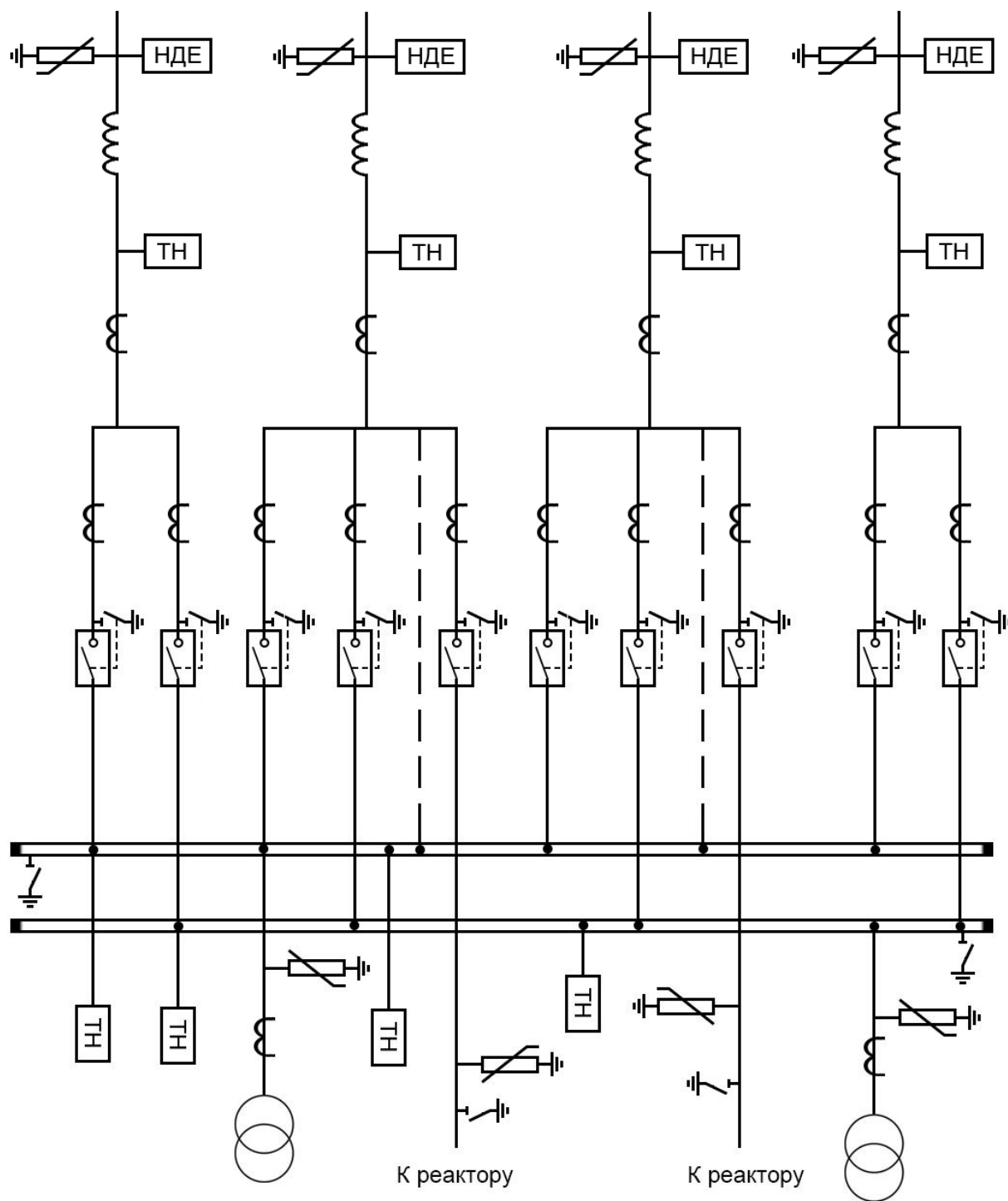


Рисунок В.3 Схема «Одна рабочая секционированная система шин с подключением трансформаторов через развилку из ВР», 9Н(ВР)



**В.4 Схема «Трансформаторы-шины с присоединением линий через два ВР», 15 (ВР)**



Сплошной линией показано присоединение реакторов к линиям, а пунктирной непосредственно к шинам.

Рисунок В.4 Схема «Трансформаторы-шины с присоединением линий через два выключателя», 15(ВР)

**Паспорты схем**

**Г.1 Схема «Блок (линия-трансформатор) с ВР», 3Н(ВР)**

Таблица Г.1 Паспорт схемы «Блок (линия-трансформатор) с ВР», 3Н(ВР)

<b>Раздел I. Общие показатели</b>		
1	Наименование схемы	Блок (линия - трансформатор) с ВР.
2	Номер схемы	110-3Н(ВР); 220-3Н(ВР); 330-3Н(ВР).
3	Область применения	Распределительные устройства 110-330 кВ.
4	Тип подстанции	Тупиковая или ответвительная.
5	Количество присоединений	Один (авто)трансформатор и одна линия.
6	Этапность развития	Начальный этап развития более сложных схем.
<b>Раздел II. Условия обоснования и выбора</b>		
7	Основные условия применения	а) Тупиковая или ответвительная однотрансформаторная подстанция, подключенная к линии, от которой запитаны и другие подстанции.
8	Экономические критерии применения	а) Требуется одна ячейка ВР на два присоединения ((авто)трансформатор и линия). б) Занимает минимальные отчуждаемые площади с учетом (п. 5) количества присоединений. в) Наиболее дешевая схема с учетом (п. 5) количества присоединений.
9	Критерии надежности	а) Отказ (авто)трансформатора или линии приводит к обесточиванию стороны низшего и среднего (при наличии) напряжения рассматриваемой подстанции. Для повышения надежности электроснабжения потребители могут резервироваться по стороне низшего и среднего (при наличии) напряжения. Однако в полном объеме резервирование нецелесообразно. б) Отказ линии или ВР какой-либо подстанции приводит к отключению всех (авто)трансформаторов подстанций, подключенных к линии. в) Как следствие (п. п. а и б) схема является недостаточно надежной, и ее следует рассматривать как начальный, временный этап развития подстанции.
10	Эксплуатационные критерии	а) Простая и наглядная схема. б) Операции с ВР просты и однотипны. в) Как следствие (п. п. а и б) минимизированы отказы по вине персонала.
11	Техническая гибкость	-

12	Критерии безопасности	<p>а) Электрооборудование, токоведущие части, изоляторы, крепления, ограждения, несущие конструкции, изоляционные и другие расстояния должны быть выбраны и установлены таким образом, чтобы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- вызываемые нормальными условиями работы электроустановки усилия, нагрев, электрическая дуга или иные сопутствующие ее работе явления (искрение, выброс газов и т. п.) не могли причинить вред обслуживающему персоналу, а также привести к повреждению оборудования и возникновению КЗ;</li> <li>- при выводе в ремонт какого-либо присоединения относящиеся к нему аппараты, токоведущие части и конструкции могли подвергаться безопасному техническому обслуживанию и ремонту без нарушения нормальной работы соседних цепей;</li> <li>- была обеспечена возможность удобного транспортирования оборудования;</li> <li>- при нарушении нормальных условий работы электроустановки была обеспечена необходимая локализация повреждений, обусловленных действием КЗ.</li> </ul> <p>б) Напряженность электрического и магнитного полей на маршрутах обхода для осмотра оборудования и на рабочих местах у оборудования, где возможно длительное присутствие персонала для проведения профилактических и ремонтных работ, не должна превышать допустимую.</p> <p>в) Должны быть выполнены требования нормативно-технических документов по электромагнитной совместимости.</p>
----	-----------------------	---

### Раздел III. Расстановка оборудования

13	Расстановка трансформаторов тока	<p>а) Трансформаторы тока устанавливаются в каждом присоединении. Наиболее предпочтительными являются встроенные в оборудование трансформаторы тока (трансформаторы тока также необходимы в нейтральных трансформаторов 110 кВ и выше и автотрансформаторов 220 кВ и выше для подключения токовых защит нулевой последовательности).</p> <p>б) При выборе количества вторичных обмоток трансформаторов тока должны учитываться следующие положения:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- для подключения расчетного счетчика используется отдельная вторичная обмотка трансформатора тока, при этом также отдельная обмотка предусматривается для измерений, т. е. отдельно друг от друга и от цепей защит;</li> <li>- основная и резервная защиты должны питаться от разных вторичных обмоток трансформатора тока;</li> </ul>
----	----------------------------------	--

		<p>- количество обмоток должно быть достаточным для присоединения к ним в общем случае основных и резервных защит двух элементов, например, воздушной линии и сборных шин.</p> <p>в) При установке трансформатора тока с меньшим количеством вторичных обмоток, чем требуется (п. б), возникает необходимость в установке второго дополнительного трансформатора тока. Он устанавливается с другой стороны ВР.</p>
14	Расстановка трансформаторов напряжения	<p>а) Трансформаторы напряжения устанавливаются на блоке.</p> <p>б) Трансформаторы напряжения предусматриваются с тремя вторичными обмотками, одна из которых предназначена для подключения расчетных счетчиков.</p> <p>в) При выборе трансформаторов напряжения необходимо учитывать возможность возникновения феррорезонанса, рекомендуется применять антиферрорезонансные типы трансформаторов напряжения.</p> <p>г) На линиях электропередачи 330 кВ для резервирования защит по цепям напряжения устанавливаются два трансформатора напряжения (по обе стороны разъединителя линии).</p>
15	Расстановка ограничителей перенапряжений нелинейных (ОПН)	<p>а) В цепях (авто)трансформаторов должны быть установлены ОПН без коммутационных аппаратов между ними и защищаемым оборудованием.</p> <p>б) Для защиты нейтралей обмоток 110 кВ силовых трансформаторов, имеющих изоляцию, пониженную относительно изоляции линейного конца обмотки и допускающую работу с разземленной нейтралью, в ней следует устанавливать ОПН.</p> <p>в) Необходимость установки ОПН на линейных присоединениях определяется сравнением расстояний по ошиновке от ОПН у силовых (авто)трансформаторов до самого удаленного присоединения, с наибольшим допустимым расстоянием.</p>
16	Расстановка устройств Высокочастотной обработки	<p>а) Конденсаторы связи, высокочастотные заградители и фильтры присоединения устанавливаются для подключения высокочастотной аппаратуры РЗА, противоаварийной автоматики и связи. Количество обработанных фаз и тип подключаемой аппаратуры обосновывается в проекте.</p> <p>б) Конденсаторы связи и фильтры присоединения устанавливаются в ячейке воздушной линии до высокочастотного заградителя, т.е. со стороны линии электропередачи.</p> <p>в) Высокочастотная аппаратура подключается к линиям электропередачи по схемам: фаза - земля; фаза - фаза одной или двух линий электропередачи; провод - провод расщепленной фазы (при соответствующей их изоляции);</p>

	трос - земля; два троса - земля; трос - трос. Схемы подключения имеют свои достоинства и недостатки, а также технико-экономические характеристики и определяются при конкретном проектировании (схема фаза - земля получила наибольшее распространение как наиболее простая и экономичная).
--	---

## Г.2 Схема «Одна рабочая секционированная выключателем система шин», 9(ВР)

Таблица Г.2 Паспорт схемы «Одна рабочая секционированная выключателем система шин», 9(ВР)

<b>Раздел I. Общие показатели</b>		
1	Наименование схемы	Схема с одной секционированной системой сборных шин.
2	Номер схемы	110-9(ВР); 220-9(ВР).
3	Область применения	Распределительные устройства 110-220 кВ.
4	Тип подстанции	Узловая.
5	Количество присоединений	Два (авто)трансформатора и три линии с возможностью увеличения числа присоединений (т. е. расширения подстанции) свыше шести.
6	Этапность развития	Возможно расширение до схемы с одной секционированной системой сборных шин и с обходной системой шин.
<b>Раздел II. Условия обоснования и выбора</b>		
7	Основные условия применения	а) Наличие попарно резервируемых линий (попарно резервируемые линии, подключенные к различным секциям распределительного устройства; при отключении одной линии ее нагрузка переводится на оставшуюся в работе линию), а также на линии, резервируемые от других подстанций. б) Отсутствует необходимость сохранения в работе всех присоединений к каждой секции при ее отключении.
8	Экономические критерии применения	а) Требуется «к» ячейку ВР и ячейку секционного выключателя, где «к» - количество присоединений. б) Занимает минимальные отчуждаемые площади с учетом (п. 5) количества присоединений. в) Наиболее дешевая схема с учетом (п. 5) количества присоединений.
9	Критерии надежности	а) При отказе нормально включенного секционного выключателя возможно полное погашение распределительного устройства. б) Установка второго последовательно включенного секционного выключателя для исключения погашения распределительного устройства (п. а) нецелесообразна с технико-экономических позиций. в) Является лучшей схемой с позиций надежности и экономичности при использовании современных ВР и выключателя с пружинными приводами для подстанций 110-220 кВ.
10	Эксплуатационные критерии	а) Простая и наглядная схема. б) Электромагнитные блокировки и операции с разъединителями просты и однотипны. в) Как следствие (п. п. а-б) минимизированы отказы по вине персонала.
11	Техническая гибкость	Жесткая фиксация присоединений по секциям; попарно

		резервированные присоединения необходимо подключать к разным секциям.
12	Критерии безопасности	<p>а) Электрооборудование, токоведущие части, изоляторы, крепления, ограждения, несущие конструкции, изоляционные и другие расстояния должны быть выбраны и установлены таким образом, чтобы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- вызываемые нормальными условиями работы электроустановки усилия, нагрев, электрическая дуга или иные сопутствующие ее работе явления (искрение, выброс газов и т. п.) не могли причинить вред обслуживающему персоналу, а также привести к повреждению оборудования и возникновению КЗ;</li> <li>- при выводе в ремонт какого-либо присоединения, относящиеся к нему аппараты, токоведущие части и конструкции могли подвергаться безопасному техническому обслуживанию и ремонту без нарушения нормальной работы соседних цепей;</li> <li>- при нарушении нормальных условий работы электроустановки была обеспечена необходимая локализация повреждений, обусловленных действием КЗ.</li> </ul> <p>б) Напряженность электрического и магнитного полей на маршрутах обхода для осмотра оборудования и на рабочих местах у оборудования, где возможно длительное присутствие персонала для проведения профилактических и ремонтных работ, не должна превышать допустимую.</p> <p>в) Должны быть выполнены требования нормативно-технических документов по электромагнитной совместимости.</p>
<b>Раздел III. Расстановка оборудования</b>		
13	Расстановка разъединителей	Для возможности вывода в ремонт секционного выключателя, с двух сторон от него устанавливаются разъединители со встроенными заземлителями.
14	Расстановка стационарных заземлителей	<p>а) Стационарные заземлители должны быть размещены так, чтобы были не нужны переносные заземления, и чтобы персонал, работающий на токоведущих частях любых участков присоединений и сборных шин, был защищен заземлителями со всех сторон, откуда может быть подано напряжение. На сборных шинах предусматривается установка двух заземлителей.</p> <p>б) Каждая секция (система) сборных шин должна иметь два комплекта заземлителей. При наличии трансформаторов напряжения заземление сборных шин следует осуществлять заземлителями цепи трансформаторов напряжения.</p> <p>в) На заземлителях предусматривается привод с дистанционным управлением.</p> <p>г) С учетом п. п. а и б стационарные заземлители устанавливаются по два комплекта на разъединителях секционного выключателя и трансформаторах напряжения,</p>

		подключенных к секциям системы сборных шин.
15	Расстановка трансформаторов тока	Трансформаторы тока устанавливаются в каждом присоединении, а также в цепи секционного выключателя.
17	Расстановка ограничителей перенапряжений нелинейных (ОПН)	<p>а) В цепях (авто)трансформаторов должны быть установлены ОПН без коммутационных аппаратов между ними и защищаемым оборудованием.</p> <p>б) Для защиты нейтралей обмоток 110 кВ силовых трансформаторов, имеющих изоляцию, пониженную относительно изоляции линейного конца обмотки и допускающую работу с разземленной нейтралью, в ней следует устанавливать ОПН.</p> <p>в) Необходимость установки ОПН на шинах (в ячейках трансформаторов напряжения), а также на линейных присоединениях определяется сравнением расстояний по ошиновке от ОПН у силовых (авто)трансформаторов до самого удаленного присоединения, с наибольшим допустимым расстоянием.</p>
18	Расстановка устройств высокочастотной обработки	<p>а) Конденсаторы связи, высокочастотные заградители и фильтры присоединения устанавливаются для подключения высокочастотной аппаратуры РЗА, противоаварийной автоматики и связи. Количество обработанных фаз и тип подключаемой аппаратуры обосновывается в проекте.</p> <p>б) Конденсаторы связи и фильтры присоединения устанавливаются в ячейке воздушной линии до высокочастотного заградителя, т.е. со стороны линии электропередачи.</p> <p>в) Высокочастотная аппаратура подключается к линиям электропередачи по схемам: фаза - земля; фаза - фаза одной или двух линий электропередачи; провод - провод расщепленной фазы (при соответствующей их изоляции); трос - земля; два троса - земля; трос - трос. Схемы подключения имеют свои достоинства и недостатки, а также технико-экономические характеристики и определяются при конкретном проектировании (схема фаза - земля получила наибольшее распространение как наиболее простая и экономичная).</p>



### Г.3 Схема «Одна рабочая секционированная система шин с подключением трансформаторов через развилку из ВР», 9Н(ВР)

Таблица Г.3 паспорт схемы «Одна рабочая секционированная система шин с подключением трансформаторов через развилку из ВР», 9Н(ВР)

<b>Раздел I. Общие показатели</b>		
1	Наименование схемы	Схема с одной секционированной системой сборных шин и с подключением трансформаторов через развилку из ВР.
2	Номер схемы	110-9Н(ВР); 220-9Н(ВР).
3	Область применения	Распределительные устройства 110 и 220 кВ.
4.	Тип подстанции	Узловая.
5	Количество присоединений	Два (авто)трансформатора и три линии с возможностью увеличения числа присоединений (т.е. расширения подстанции) свыше шести.
6	Этапность развития	Возможно развитие до аналогичной схемы с обходной системой шин.
<b>Раздел II. Условия обоснования и выбора</b>		
7	Основные условия применения	а) Наличие попарно резервируемых линий (попарно резервируемые линии, подключенные к различным секциям распределительного устройства; при отключении одной линии ее нагрузка переводится на оставшуюся в работе линию), а также линии, резервируемые от других подстанций. б) Отсутствует необходимость сохранения в работе всех присоединений каждой секции при ее отключении. в) Пункты а и б должны подтверждаться расчетами установившихся режимов при поочередном отключении каждого присоединения, а также секции системы сборных шин. При этом в расчетных ремонтных и послеаварийных режимах в энергосистеме должны обеспечиваться: сохранение статической устойчивости; требуемые уровни напряжения по узлам сети; допустимые токовые нагрузки проводников и аппаратов
8	Экономические критерии применения	а) Требуется $k+2$ ячейки ВР, где $k$ - количество присоединений, т.е. на одну ячейку больше, чем в схеме с одной секционированной системой сборных шин. б) Наиболее дешевая и компактная схема с учетом (п. 5) количества присоединений после схемы с одной секционированной системой сборных шин.
9	Критерии надежности	а) Наличие двух разилок из ВР для подключения (авто)трансформаторов исключает полное погашение распределительного устройства 110 или 220 кВ при единичном отказе любого ВР схемы. Поэтому надежность рассматриваемой схемы выше, чем схемы с одной секционированной системой сборных шин. б) С учетом фактора надежности переход от схемы с одной

		<p>секционированной системой сборных шин (<math>k+1</math> ячейка ВР) к схеме с одной секционированной системой сборных шин и с подключением (авто Трансформаторов через развилку из ВР (<math>k+2</math> ячейки ВР) требует технико-экономических обоснований с учетом фактора надежности для подстанций с высшим напряжением 110 и 220 кВ.</p> <p>2) С учетом фактора надежности схему с одной секционированной системой сборных шин и с подключением (автотрансформаторов через развилку из ВР наиболее предпочтительно использовать для распределительных устройств 110 и 220 кВ подстанций с высшим напряжением 500 и 750 кВ, т.е. на стороне среднего напряжения крупных подстанций основной сети энергосистем.</p> <p>Тем самым обеспечивается подключение автотрансформаторов 500 и 750 кВ через два ВР, как со стороны высшего, так и среднего напряжения.</p>
10	Эксплуатационные критерии	<p>а) Простая и наглядная.</p> <p>б) Операции с ВР просты и однотипны.</p> <p>в) Как следствие (п. п. а, б) минимизированы отказы по вине персонала.</p>
11	Техническая гибкость	<p>а) (Авто)трансформаторы подключаются к двум источникам питания через развилку ВР, что является дополнительным преимуществом схемы в ремонтных и послеаварийных режимах.</p> <p>в) Жесткая фиксация присоединений по секциям; попарно резервированные линии необходимо подключать к разным секциям.</p>
12	Критерии безопасности	<p>а) Электрооборудование, токоведущие части, изоляторы, крепления, ограждения, несущие конструкции, изоляционные и другие расстояния должны быть выбраны и установлены таким образом, чтобы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- вызываемые нормальными условиями работы электроустановки усилия, нагрев, электрическая дуга или иные сопутствующие ее работе явления (искрение, выброс газов и т. п.) не могли причинить вред обслуживающему персоналу, а также привести к повреждению оборудования и возникновению КЗ;</li> <li>- при выводе в ремонт какого-либо присоединения, относящиеся к нему аппараты, токоведущие части и конструкции могли подвергаться безопасному техническому обслуживанию и ремонту без нарушения нормальной работы соседних цепей;</li> <li>- при нарушении нормальных условий работы электроустановки должна быть обеспечена необходимая локализация повреждений, обусловленных действием КЗ.</li> </ul> <p>б) Напряженность электрического и магнитного полей на маршрутах обхода для осмотра оборудования и на рабочих местах у оборудования, где возможно длительное</p>

		<p>присутствие персонала для проведения профилактических и ремонтных работ, не должна превышать допустимую.</p> <p>в) Должны быть выполнены требования нормативно-технических документов по электромагнитной совместимости.</p>
<b>Раздел III. Расстановка оборудования</b>		
13	Расстановка стационарных заземлителей	<p>а) Стационарные заземлители должны быть размещены так, чтобы были не нужны переносные заземления и чтобы персонал, работающий на токоведущих частях любых участков присоединений и сборных шин, был защищен заземлителями со всех сторон, откуда может быть подано напряжение. Поэтому на любых участках присоединений и сборных шин предусматривается установка двух заземлителей.</p> <p>б) Каждая секция (система) сборных шин должна иметь два комплекта заземлителей. При наличии трансформаторов напряжения заземления сборных шин следует использовать заземлители трансформаторов напряжения.</p> <p>в) На заземлителях предусматривается привод с дистанционным управлением.</p>
14	Расстановка трансформаторов тока	<p>а) Трансформаторы тока устанавливаются в каждом присоединении. Наиболее предпочтительными являются встроенные в оборудование трансформаторы тока (трансформаторы тока также необходимы в нейтральных трансформаторов 110 кВ и выше и автотрансформаторов 220 кВ и выше для подключения токовых защит нулевой последовательности).</p> <p>б) При выборе количества вторичных обмоток трансформаторов тока должны учитываться следующие положения:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- для подключения расчетного счетчика используется отдельная вторичная обмотка трансформатора тока, при этом также отдельная обмотка предусматривается для измерений, т.е. отдельно друг от друга и от цепей защит;</li> <li>- основная и резервная защиты должны питаться от разных вторичных обмоток трансформатора тока;</li> <li>- оно должно быть достаточным для присоединения к ним в общем случае основных и резервных защит двух элементов, например, воздушной линии и сборных шин.</li> </ul> <p>в) При установке трансформатора тока с меньшим количеством вторичных обмоток, чем требуется (п. б), возникает необходимость в установке второго дополнительного трансформатора тока. Он устанавливается с другой стороны выключателя.</p> <p>г) Расстановку трансформаторов тока относительно выключателей присоединений необходимо выполнять так, чтобы выключатели входили в зону дифференциальной защиты шин.</p>

15	Расстановка трансформаторов напряжения	<p>а) Трансформаторы напряжения устанавливаются на каждой секции системы сборных шин, которые могут работать отдельно.</p> <p>б) Трансформаторы напряжения предусматриваются с тремя вторичными обмотками, одна из которых предназначена для подключения расчетных счетчиков.</p> <p>в) При выборе трансформаторов напряжения необходимо учитывать возможность возникновения феррорезонанса, рекомендуется применять антиферрорезонансные типы трансформаторов напряжения.</p> <p>г) На линиях электропередачи 110 кВ и выше предусматривается установка шкафов отбора напряжения или однофазных трансформаторов напряжения для АПВ с контролем наличия напряжения и/или синхронизма, обоснованных проектом.</p>
16	Расстановка ограничителей перенапряжений нелинейных (ОПН)	<p>а) В цепях (авто)трансформаторов должны быть установлены ОПН без коммутационных аппаратов между ними и защищаемым оборудованием.</p> <p>б) Для защиты нейтралей обмоток 110 кВ силовых трансформаторов, имеющих изоляцию, пониженную относительно изоляции линейного конца обмотки и допускающую работу с разземленной нейтралью, в ней следует устанавливать ОПН.</p> <p>в) Необходимость установки ОПН на шинах (в ячейках трансформаторов напряжения, а также на линейных присоединениях определяется сравнением расстояний по ошиновке от ОПН у силовых (авто)трансформаторов до самого удаленного присоединения, с наибольшим допустимым расстоянием.</p>
17	Расстановка устройств высокочастотной обработки	<p>а) Конденсаторы связи, высокочастотные заградители и фильтры присоединения устанавливаются для подключения высокочастотной аппаратуры РЗА, противоаварийной автоматики и связи. Количество обработанных фаз и тип подключаемой аппаратуры обосновывается в проекте.</p> <p>б) Конденсаторы связи и фильтры присоединения устанавливаются в ячейке воздушной линии до высокочастотного заградителя, т.е. со стороны линии электропередачи.</p> <p>в) Высокочастотная аппаратура подключается к линиям электропередачи по схемам: фаза - земля; фаза - фаза одной или двух линий электропередачи; провод - провод расщепленной фазы (при соответствующей их изоляции); трос - земля; два троса - земля; трос - трос. Схемы подключения имеют свои достоинства и недостатки, а также технико-экономические характеристики и определяются при конкретном проектировании (схема фаза - земля получила наибольшее распространение как наиболее простая и экономичная).</p>

## Г.4 Схема «Трансформаторы-шины с присоединением линий через два ВР», 15(ВР)

Таблица Г.4 паспорт схемы «Трансформаторы-шины с присоединением линий через два ВР», 15(ВР)

<b>Раздел I. Общие показатели</b>		
1	Наименование схемы	Трансформаторы - шины.
2	Номер схемы	330-15(ВР)
3	Область применения	Распределительные устройства 330 кВ.
4	Тип подстанции	Узловая.
5	Количество присоединений	Два автотрансформатора и три - четыре линии.
6	Этапность развития	-
<b>Раздел II. Условия обоснования и выбора</b>		
7	Основные условия применения	а) Узловая подстанция с количеством присоединений до шести. б) По условиям устойчивости энергосистемы недопустима одновременная потеря двух или более линий.
8	Экономические критерии применения	а) Требуется восемь ячеек ВР на шесть присоединений. б) Наиболее экономичная схема с учетом (п. 5) количества присоединений и фактора надежности.
9	Критерии надежности	а) При отказе ВР теряется не более одной линии и одного автотрансформатора, что допустимо с позиций устойчивости. б) Обеспечивает 100 % резервирования подключения ВЛ (через ВР)
10	Эксплуатационные критерии	а) Сравнительно простая и наглядная схема. б) Операции с ВР просты и однотипны. в) Как следствие (п. п. а и б) минимизированы отказы по вине персонала.
11	Техническая гибкость	а) Каждая линия подключается через развилку из ВР, что является дополнительным преимуществом схемы в ремонтных и послеаварийных режимах.
12	Критерии безопасности	а) Электрооборудование, токоведущие части, изоляторы, крепления, ограждения, несущие конструкции, изоляционные и другие расстояния должны быть выбраны и установлены таким образом, чтобы: - вызываемые нормальными условиями работы электроустановки усилия, нагрев, электрическая дуга или иные сопутствующие ее работе явления (искрение, выброс газов и т. п.) не могут причинить вред обслуживающему персоналу, а также привести к повреждению оборудования и возникновению КЗ; - при выводе в ремонт какого-либо присоединения, относящиеся к нему аппараты, токоведущие части и конструкции могли подвергаться безопасному техническому обслуживанию и ремонту без нарушения нормальной работы

		<p>соседних цепей;</p> <p>- при нарушении нормальных условий работы электроустановки была обеспечена необходимая локализация повреждений, обусловленных действием КЗ.</p> <p>б) Напряженность электрического и магнитного полей на маршрутах обхода для осмотра оборудования и на рабочих местах у оборудования, где возможно длительное присутствие персонала для проведения профилактических и ремонтных работ, не должна превышать допустимую.</p> <p>в) Должны быть выполнены требования нормативно-технических документов по электромагнитной совместимости.</p>
<b>Раздел III. Расстановка оборудования</b>		
13	Расстановка стационарных заземлителей	<p>а) Стационарные заземлители должны быть размещены так, чтобы были не нужны переносные заземления и чтобы персонал, работающий на токоведущих частях любых участков присоединений, был защищен заземлителями со всех сторон, откуда может быть подано напряжение.</p> <p>На случай отключения в процессе ремонта ВР с заземлителями или только заземлителя этого ВР должны быть предусмотрены заземлители у других ВР на данном участке схемы, расположенные со стороны возможной подачи напряжения.</p> <p>Поэтому на любых участках присоединений предусматривается установка двух заземлителей разных ВР.</p> <p>б) Каждая секция (система) сборных шин должна иметь два комплекта заземлителей. При наличии трансформаторов напряжения заземления сборных шин следует осуществлять заземлителями ВР трансформаторов напряжения.</p> <p>в) На заземлителях предусматривается привод с дистанционным управлением.</p> <p>г) С учетом п. п. а и б стационарные заземлители устанавливаются:</p> <p>- два комплекта на линейных ВР и на трансформаторах напряжения, подключенных к системам сборных шин.</p>
14	Расстановка трансформаторов тока	<p>а) Трансформаторы тока устанавливаются в каждом присоединении. Наиболее предпочтительными являются встроенные в оборудование трансформаторы тока (трансформаторы тока также необходимы в нейтральных трансформаторов 110 кВ и выше и автотрансформаторов 220 кВ и выше для подключения токовых защит нулевой последовательности).</p> <p>б) Может предусматриваться трансформатор тока в цепи линии, для организации АНИС КУЭ, так как при его отсутствии включение на сумму токов двух измерительных трансформаторов повышает суммарную погрешность измерений электроэнергии. Последнее ведет к невозможности получения класса точности измерений выше,</p>

		<p>чем у контрагентов.</p> <p>б) При выборе количества вторичных обмоток трансформаторов тока должны учитываться следующие положения:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- для подключения расчетного счетчика используется отдельная вторичная обмотка трансформатора тока, при этом также отдельная обмотка предусматривается для измерений, т.е. отдельно друг от друга и от цепей защит;</li> <li>- основная и резервная защиты должны питаться от разных вторичных обмоток трансформатора тока;</li> <li>- количество обмоток должно быть достаточным для присоединения к ним в общем случае основных и резервных защит двух элементов, например, воздушной линии и сборных шин.</li> </ul> <p>в) При установке трансформатора тока с меньшим количеством вторичных обмоток, чем требуется (п. б), возникает необходимость в установке второго дополнительного трансформатора тока. Он устанавливается с другой стороны выключателя.</p> <p>г) Расстановку трансформаторов тока относительно выключателей присоединений необходимо выполнять так, чтобы выключатели входили в зону дифференциальной защиты шин.</p>
15	Расстановка трансформаторов напряжения	<p>а) Трансформаторы напряжения устанавливаются на каждой системе сборных шин, которая может работать отдельно.</p> <p>б) Трансформаторы напряжения предусматриваются с тремя вторичными обмотками, одна из которых предназначена для подключения расчетных счетчиков.</p> <p>в) При выборе трансформаторов напряжения необходимо учитывать возможность возникновения феррорезонанса, рекомендуется применять антиферрорезонансные типы трансформаторов напряжения.</p> <p>г) На линиях электропередачи 330 кВ для резервирования защит по цепям напряжения устанавливаются два трансформатора напряжения. Два трансформатора напряжения рекомендуется устанавливать на сборных шинах 330 кВ для надежной работы релейной защиты и АИИС КУЭ.</p>
16	Расстановка ограничителей перенапряжений нелинейных (ОПН)	<p>а) В цепях автотрансформаторов должны быть установлены ОПН без коммутационных аппаратов между ними и защищаемым оборудованием.</p> <p>б) Необходимость установки ОПН на шинах (в ячейках трансформаторов напряжения), а также на линейных присоединениях определяется сравнением расстояний по ошиновке от ОПН у силовых автотрансформаторов до самого удаленного присоединения, с наибольшим допустимым расстоянием.</p>
17	Расстановка устройств высокочастотной	<p>а) Конденсаторы связи, высокочастотные заградители и фильтры присоединения устанавливаются для подключения</p>

обработки	<p>высокочастотной аппаратуры РЗА, противоаварийной автоматики и связи. Количество обработанных фаз и тип подключаемой аппаратуры обосновывается в проекте.</p> <p>б) Конденсаторы связи и фильтры присоединения устанавливаются в ячейке воздушной линии до высокочастотного заградителя, т.е. со стороны линии электропередачи.</p> <p>в) Высокочастотная аппаратура подключается к линиям электропередачи по схемам: фаза - земля; фаза - фаза одной или двух линий электропередачи; провод – провод расщепленной фазы (при соответствующей их изоляции); трос - земля; два троса - земля; трос - трос. Схемы подключения имеют свои достоинства и недостатки, а также технико-экономические характеристики и определяются при конкретном проектировании (схема фаза - земля получила наибольшее распространение как наиболее простая и экономичная).</p>
-----------	--



## Библиография

1. Правила Устройства Электроустановок (ПУЭ) - 7 издание. Утверждены приказом Минэнерго России от 08.07.2002 № 204.
2. Правила технической эксплуатации электрических станций и сетей Российской Федерации (ПТЭ). Утверждены приказом Минэнерго России от 19.06.2003, № 229.
3. СО 34.45-51.300-97 «Объем и нормы испытаний электрооборудования». Утверждены РД от 08.05.1997 № 34.45-51.300-97 Департамента науки и техники РАО «ЕЭС России».
4. ПОТ Р М-016-2001 (РД 153-34.0-03.150-00) «Межотраслевые правила по охране труда (Правила безопасности) при эксплуатации электроустановок». Утверждены Постановлением Министерством труда и социального развития Российской Федерации от 05.01.2001 № 3 и Приказом Минэнерго России от 27.12.2000 № 163.
5. Правила противопожарного режима в Российской Федерации. Утверждены Постановлением Правительства Российской Федерации от 25.04.2012 № 390.
6. ПБ 03-576-03 «Правила устройства и безопасной эксплуатации сосудов, работающих под давлением». Утверждены Постановлением Госгортехнадзора России 11.06.2003, № 91.
7. ПБ 10-382-00 «Правила устройства и безопасной эксплуатации грузоподъемных кранов». Утверждены постановлением Госгортехнадзора РФ от 31.12.1999 № 98.
8. СТО 56947007-29.130.01.029-2009 «Выключатели-разъединители 110-330 кВ. Общие технические требования», ОАО «ФСК ЕЭС».
9. СТО 56947007-29.240.30.010-2008 «Схемы принципиальные электрические распределительных устройств подстанций 35-750 кВ. Типовые решения», ОАО «ФСК ЕЭС».
10. СТО 59012820.29.020.005-2011 «Правила переключения в электроустановках», ОАО «СО ЕЭС».