

**ОРГАНИЗАЦИЯ СОТРУДНИЧЕСТВА ЖЕЛЕЗНЫХ ДОРОГ
(ОСЖД)**

I издание

Разработано экспертами Комиссии ОСЖД
по инфраструктуре и подвижному составу
10-12 сентября 2019 г., Китайская Народная Республика, г. Чэнду

Утверждено совещанием Комиссии ОСЖД
по инфраструктуре и подвижному составу
5-7 ноября 2019 г., Комитет ОСЖД, г. Варшава

Дата вступления в силу: 7 ноября 2019 г.

Р 656

**РЕКОМЕНДАЦИИ
ПО ОБЩИМ ПРИНЦИПАМ УСТРОЙСТВА
МАЛООБСЛУЖИВАЕМЫХ ТЯГОВЫХ ПОДСТАНЦИЙ**

Сокращения

- АБ – аккумуляторная батарея;
- АВР – автоматическое включение резерва;
- АСКУЭ – автоматизированная система контроля и учета электроэнергии;
- АРМ – автоматизированное рабочее место;
- АСУТП – автоматизированная система управления технологическими процессами;
- АЧР – автоматическая частотная разгрузка;
- ВЛ – воздушная линия электропередачи;
- СН – среднее напряжение;
- ЗРУ – закрытое распределительное устройство;
- ОРУ – открытое распределительное устройство;
- КРУ(Э) – комплексное элегазовое распределительное устройство;
- ОПН – ограничитель перенапряжения нелинейный;
- ОПУ – общеподстанционный пункт управления;
- ПА – противоаварийная автоматика;
- ТПС – тяговая трансформаторная подстанция;
- РЗА – релейная защита и автоматика;
- РПН – регулирование напряжения под нагрузкой;
- РУ – распределительное устройство;
- СКРМ – средство компенсации реактивной мощности;
- СОПТ – система оперативного постоянного тока;
- ТН – трансформатор напряжения;
- ТТ – трансформатор тока;
- ЩПТ – щит постоянного тока;
- ЩСН – щит собственных нужд;
- ЗУ – зарядное устройство;
- ЭМС – электромагнитная совместимость.

1. ВВЕДЕНИЕ

В связи с развитием современных тенденций и информационных технологий, что способствовало внедрению новых интеллектуальных подходов и актуализации основных принципов обслуживания тяговых подстанций, что должно снизить эксплуатационные расходы за счет перехода от обслуживания на основании графика планово-предупредительных ремонтов (ППР) к эксплуатации по реальному состоянию оборудования.

Малообслуживание тяговых подстанций – осуществляется за счет повышения мониторинга, централизованного управления и оперативности удаленного контроля данными о положении и состоянии оборудования, устройств системы электроснабжения.

2. ЦЕЛЬ РЕКОМЕНДАЦИЙ И ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ

2.1. Настоящие Рекомендации предназначены для формирования общих принципов при проектировании малообслуживаемых тяговых подстанций.

Рекомендации могут быть полезны для специалистов, формирующих концепции построения экономически эффективных малообслуживаемых тяговых подстанций. Применение рекомендации в практике будет способствовать повышению надежности, безопасности и снижению совокупных расходов.

2.2. Целью настоящих рекомендаций является:

- повышение надежности работы систем электроснабжения и их оборудования.

2.3. Малообслуживаемые тяговые подстанции – это подстанции без постоянного персонала, где все элементы тяговой подстанции спроектированы на современной цифровой базе: первичная схема; силовое оборудование; здание; компоновка и размещения микропроцессорного оборудования по шкафам и т.д.

2.4. Документ устанавливает основные эксплуатационно – технические рекомендации к основным системам тяговых подстанций (РЗА, ПА, АСУТП, АСКУЭ).

В части РЗА и ПА применение интеллектуальных микропроцессорных устройств и приводит к уменьшению размеров терминалов защит и сокращению вспомогательного оборудования в шкафу в пересчете на одно микропроцессорное устройство. Это в свою очередь, позволяет размещать большее количество устройств в одном шкафу. Кроме того, возможно уменьшение количества устройств за счет совмещения различных функций защит и автоматики одного присоединения и/или нескольких присоединений в одном устройстве.

В части АСУТП за счет применения интеллектуальных микропроцессорных устройств совместно с РЗА и ПА и использования в качестве основных источников измерений токов, напряжений и их производных счетчиков электроэнергии и терминалов РЗА и ПА сокращается количество необходимого дополнительного оборудования АСУТП.

2.5. Применение оборудования с максимальной заводской готовностью приводит к значительному сокращению затрат на монтаж и наладку на объекте.

2.6. С учётом вышесказанного, обоснованием для строительства малообслуживаемых тяговых подстанций является:

а) надежное и качественное электроснабжение потребителей:

- сокращение времени простоя оборудования за счет повышения наблюдаемости и управляемости тяговых подстанции (предоставление диспетчерскому и обслуживающему персоналу полной информации о работе всего оборудования, дистанционное управление силовыми коммутационными аппаратами, а также основными системами тяговых подстанции;

- сокращение затрат на монтаж и наладку оборудования за счет высокой степени заводской готовности поставляемого оборудования;

- переход от подстанций с постоянным обслуживающим персоналом к подстанциям, без дежурного персонала;

- повышение безопасности при обслуживании тяговых подстанции за счет внедрения систем диагностики и мониторинга;

- сокращение регламентных работ по обслуживанию оборудования (должно обеспечиваться как выбором малообслуживаемого оборудования, так и максимальным внедрением автоматизированного контроля параметров оборудования);

- переход от обслуживания «по графику» на обслуживание «по состоянию» с соответствующим сокращением затрат на плановые работы.

б) экономическая эффективность, обусловленная оптимальным объемом привлекаемых инвестиций и ресурсов, используемой земли и снижением эксплуатационных затрат;

в) соблюдение требований экологической безопасности и охраны окружающей среды;

г) ремонтпригодность применяемого оборудования и конструкций.

3. ВЫБОР ОСНОВНОГО ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ

3.1. На малообслуживаемых ТПС, как правило, должно применяться оборудование с максимальной заводской готовностью со встроенными объединительными модулями и интеллектуальными электронными устройствами без установки дополнительного оборудования.

3.2. На малообслуживаемых ТПС должны применяться системы диагностики и мониторинга состояния основного оборудования.

Цели и назначение контроля состояния силового электрооборудования:

- своевременное выявление негативных тенденций и плановый вывод оборудования из работы, не дожидаясь аварийных режимов;

- обоснованное продление срока службы электрооборудования;
- планирование периодичности и объемов текущих ремонтов и технического обслуживания исходя из фактического износа оборудования;
- сбор исходной информации перед проведением комплексного обследования оборудования;
- повышение эффективности анализа причин отключения за счет более полной информации о предаварийных режимах.

3.3. Системы диагностики и мониторинга должны быть предусмотрены для следующих видов основного оборудования:

- маслонаполненное трансформаторное оборудование;
- СКРМ;
- выключатели;
- разъединители;
- ТТ и ТН;
- ОПН;
- КРУЭ.

Для измерительных трансформаторов тока и напряжения, ограничителей перенапряжения и трансформаторного оборудования (ТО) подсистема мониторинга и диагностики состояния оборудования, как правило, должна быть организована в виде специализированной подсистемы мониторинга, оснащенной датчиками, УСО, средствами коммуникаций, сервером и АРМ (при необходимости) и другими программно-техническими средствами.

Для контроля состояния выключателей, разъединителей, ТТ и ТН, ОПН, где число используемых параметров невелико, организация специальных подсистем не является необходимой, и решение соответствующих задач мониторинга может осуществляться непосредственно в АСУТП.

3.4. Системы диагностики и мониторинга должны:

- обеспечивать выдачу текущей и сохраненной информации о состоянии и работе оборудования;
- формировать предупредительные сигналы о выходе значений параметров за допустимые пределы;
- формировать экспертные оценки и прогнозы технического состояния оборудования на основе расчетных моделей в режиме реального времени – прогноз старения, общего износа, износа отдельных частей;

3.5. Силовые (авто)трансформаторы мощностью 16 МВА и более должны быть оснащены системой диагностики и мониторинга, обеспечивающей контроль состояния трансформаторов.

3.6. При выборе выключателей следует руководствоваться следующим:

- следует предусматривать выключатели, которые должны обеспечивать работоспособность во всем требуемом диапазоне температур.

3.7. Диагностика и мониторинг каждого выключателя должна выполняться с использованием функций терминала автоматики выключателя или отдельного интеллектуального электронного устройства.

Функция диагностики и мониторинга выключателей должна обеспечивать контроль состояния выключателей.

3.8. Разъединители 27.5 кВ и выше, а также разъединители 6-10 кВ в цепях собственных нужд подстанции, должны применяться с электродвигательными приводами на главных и заземляющих ножах с дистанционным управлением и требуемым перечнем блокировок.

4. ЭЛЕКТРОМАГНИТНАЯ СОВМЕСТИМОСТЬ И ЗАЗЕМЛЕНИЕ

4.1. При проектировании малообслуживаемых ТПС 110 кВ и выше должен быть выполнен комплекс мероприятий, обеспечивающих электромагнитную совместимость устройств РЗА, ПА, АСУТП, АСКУЭ, связи и др.

4.2. Технические средства РЗА и ПА, АСУТП, АСКУЭ, связи и другие, способные создавать электромагнитные помехи и/или функционирование которых зависит от воздействия внешних электромагнитных помех, должны соответствовать требованиям действующих НПА в области ЭМС.

4.3. Основные мероприятия должны быть разработаны с учетом выбранной электрической схемы малообслуживаемых ТПС и включают:

- компоновочные решения объекта (компоновка и размещение силового, первичного и реакторного оборудования, как источников импульсных высокочастотных помех, магнитных полей и т.п. на открытой (закрытой) части подстанции, в зданиях и помещениях ОПУ);

- выполнение устройств молниезащиты объекта в части защиты вторичных цепей и устройств от электромагнитных воздействий молнии (например, размещение по отношению к кабельным трассам и зданиям с обеспечением допустимого воздействия молнии на вторичные цепи и устройства);

- выбор ЗУ ПС с указанием количества связей между ЗУ ОРУ разных напряжений, ЗУ здания и ЗУ ПС и их прокладки;

- выбор трассы прокладки кабельных каналов, типа кабельной канализации с указанием расстояний между ними и высоковольтными шинами (ошиновками), наличия и длины участков их параллельной прокладки по отношению к шинам (ошиновкам) и оценка их влияния на кабели вторичной коммутации;

- применение экранированных контрольных кабелей и заземление их экранов;

- выполнение защиты от электромагнитных полей радиочастотного диапазона

устройств РЗА, ПА, АСУ ТП, АСКУЭ, связи и др.;

- выполнение защиты от статического электричества устройств РЗА, ПА, АСУ ТП, АСКУЭ, связи и др. (напольные антистатические покрытия, полупроводящий пол, поддержание благоприятного режима по температуре и влажности).

4.4. Мероприятия по обеспечению требований электромагнитной совместимости на реконструируемых объектах должны разрабатываться с учетом результатов проведенных обследований электромагнитной обстановки, в том числе и на ПС противоположных концов ВЛ 110-220 кВ, где устанавливаются МП устройства РЗА, ПА и связи.

5. СОБСТВЕННЫЕ НУЖДЫ

5.1. Системы собственных нужд подстанций должны обеспечивать надежную работу электротехнического и технологического оборудования и систем тяговых подстанции в нормальных, ремонтных и аварийных режимах, а также обеспечивать расширенные возможности мониторинга, регистрации аварийных событий, процессов.

5.2. Для питания особой группы электроприемников, относимых к первой категории, и не допускающих кратковременного перерыва электроснабжения (потребителей связи, телемеханики, АСУТП; катушек магнитных пускателей, контакторов устройства АВР; устройств АЧР и д.) следует использовать:

- источники бесперебойного питания;
- резервирование от СОПТ через гальванически развязанные преобразователи напряжения;
- дизель-генераторные установки с автоматическим запуском.

5.3. Если резервированием электроснабжения нельзя обеспечить необходимой непрерывности технологического процесса или если резервирование электроснабжения экономически нецелесообразно, должно быть осуществлено технологическое резервирование, например, путем установки взаимно резервирующих технологических агрегатов, специальных устройств безаварийного останова технологического процесса, действующих при нарушении электроснабжения.

5.4. На каждой малообслуживаемых ТПС для всех присоединений СН переменного тока и присоединений 220 В сети оперативного постоянного тока должны быть произведены расчеты рабочих уставок защитных устройств, включая расчеты токов коротких замыканий и чувствительности защит.

Переменный ток

1. На всех малообслуживаемых ТПС необходимо устанавливать не менее двух трансформаторов собственных нужд.

2. На узловых малообслуживаемых ТПС 110 кВ и выше с целью снижения

емкость АБ СОПТ допускается применение источника резервного питания в виде дизель-генераторной установки с автоматическим запуском, рассчитанной на питание СОПТ, средств связи и другого критичного оборудования.

3. Схемы собственных нужд ПС должны предусматривать присоединение трансформаторов собственных нужд к разным источникам питания (вводам разных трансформаторов, различным секциям РУ и др.)

4. От сети собственных нужд ТПС питание сторонних потребителей не допускается.

5. Для обеспечения надежности схем питания СН в проектах должны применяться:

- секционирование шин источников питания напряжением 10-35 кВ;
- деление шин СН 0,4 кВ на секции, каждая из которых питается от отдельного источника питания;

- автоматическое включение резервного питания (АВР) секций шин СН, первичных сборок, перерыв питания которых может привести к отказу в работе оборудования и систем, выполняющих ответственные и защитные функции (пожарные насосы, насосы охлаждения и т.п.), к снижению нагрузки подстанции, отключению или повреждению основного оборудования или другим нарушениям технологического процесса передачи электроэнергии;

- распределение основных и резервных механизмов СН 0,4 кВ по разным секциям шин из условия минимального нарушения работы оборудования ПС в случае выхода из строя любой секции;

- дизель-генераторной установки с автоматическим запуском;
- агрегаты бесперебойного питания для отдельных потребителей особой группы электроприемников первой категории, не допускающих кратковременного перерыва питания (связь, АСУТП и др.).

6. Система мониторинга и управления собственных нужд переменного тока, должна выполнять следующие функции:

- контроль и регистрация текущих параметров (напряжения, токи) и их отклонений за допустимые пределы;

- контроль положения коммутационных аппаратов;
- управление коммутационными аппаратами вводов и секционных выключателей ЩСН;

- АВР питания СН;

- контроль состояния и фиксация срабатываний устройств защиты электрооборудования системы питания СН;

- регистрация дискретных сигналов аварийных событий;

- регистрация аналоговых величин нормального режима с дискретностью не

более 1 сек.

Постоянный ток

1. СОПТ должна интегрировать в единое целое:

- аккумуляторные батареи (АБ);
- зарядные устройства (ЗУ);
- щиты постоянного тока (ЩПТ);
- защитные устройства (защита от коротких замыканий и перегрузок);
- коммутационные аппараты;
- устройства защиты от перенапряжений;
- систему мониторинга и управления процессов СОПТ с системой автоматизированного поиска «земли»;
- шкафы распределения оперативного тока (ШРОТ);
- кабельную сеть;
- потребителей постоянного тока (ППТ).

2. На малообслуживаемых ТПС должна применяться система оперативного постоянного тока (СОПТ) напряжением 110, 220 В. Нормально допустимое отклонение напряжения на клеммах электроприемников СОПТ - $\pm 5\%$. Предельно допустимое отклонение напряжения на клеммах электроприемников СОПТ, в том числе при аварийных разрядах АБ и при выполнении ускоренных и уравнивающих зарядов

АБ - $\pm 10\%$.

3. Компоновка и схемные решения СОПТ должны обеспечивать:

- минимизацию объема технического обслуживания;
- сохранение питания всех электроприемников при техническом обслуживании;
- питание устройств РЗА и ПА от ШРОТ или сборок питания в шкафах микропроцессорных устройств;
- цепи резервирования между сборками щитов постоянного тока и ШРОТами должна иметь два коммутационных аппарата, размещенных в разных шкафах;
- проводные и кабельные соединения СОПТ должны удовлетворять требованиям термической стойкости и невозгораемости;
- все компоненты и электроприемники системы оперативного постоянного тока должны быть защищены от токов короткого замыкания и перегрузки защитными аппаратами: плавкими предохранителями и/или автоматическими выключателями.
- СОПТ должна иметь защиту от коммутационных перенапряжений и импульсных помех;

- контроль снижения уровня изоляции полюсов сети (не менее 110 кОм);
- поиск «земли» должен обеспечиваться без отключения электроприемников и без инъекции в сеть СОПТ токов, способных вызвать ложное срабатывание устройств РЗА и ПА;
- свободный доступ к клеммам оборудования для ревизии контактных соединений;
- отсутствие гальванической связи между АБ и исключение возможности их параллельной работы;
- питание ШРОТов или сборок питания в шкафах микропроцессорных устройств от разных ЩПТ.

4. Сборки питания в шкафах микропроцессорных устройств, установленных в ОПУ, в ЗРУ и на ОРУ, должны подключаться к ЩПТ по схеме разомкнутого кольца двумя групповыми кабельными линиями от разных секций или систем шин ЩПТ. При этом групповые кабельные линии должны постоянно находиться под напряжением со стороны ЩПТ. На вводах питания вторичныхборок устанавливаются рубильники для ручного переключения источников питания.

5. Аккумуляторные батареи должны эксплуатироваться в режиме постоянного подзаряда.

6. Емкость АБ должна определяться с учетом ограничения по глубине разряда аккумуляторов, а также с учетом возможных ограничений по импульсам тока разряда, указанным в технических условиях на аккумуляторы.

7. При установке аккумуляторов, при необходимости, должна предусматриваться механическая (принудительная) приточно-вытяжная вентиляция, рассчитанная на предотвращение взрывоопасной концентрации смеси водорода с воздухом в помещении, и естественная вентиляция в объеме не менее однократного воздухообмена.

8. В помещениях аккумуляторных батарей должна поддерживаться температура воздуха, рекомендуемая заводом изготовителем по условию их оптимальной работоспособности.

9. Зарядные устройства (ЗУ) должны выбираться совместно с АБ для обеспечения всех требований, предъявляемых изготовителями АБ к ЗУ, необходимых для поддержания заявленного срока службы АБ и надежной ее работы.

10. Мощность каждого ЗУ выбирается из условия одновременного заряда аккумуляторной батареи до емкости, равной 100% номинальной, в течение не более 8 часов и питания всех электроприемников постоянного тока. Должна обеспечиваться возможность одновременной параллельной работы на стороне выпрямленного напряжения двух ЗУ с симметричным делением между ними суммарного тока нагрузки или работы одного из ЗУ в режиме «горячего» резерва.

11. Два зарядных устройства одной АБ не должны размещаться в одном или рядом расположенных шкафах.

12. Компоновка щита постоянного тока должна обеспечивать:

- соблюдение правильного расположения аппаратов по допустимым уровням их размещения;
- удобство эксплуатации устройств и оборудования оперативным, ремонтным и наладочным персоналом;
- ремонт или замену одного изделия без вывода из работы всей секции или подсекции;
- должно быть предусмотрены резервные места для возможности установки защитных автоматов в перспективе.

13. Система мониторинга и управления СОПТ, должна выполнять следующие функции:

- контроль и регистрация текущих параметров (напряжения, токи) и их отклонений за допустимые пределы;
- контроля уровня пульсации напряжения на секции и выдача сигнала при увеличении уровня пульсации выше заданной уставки;
- контроля АБ и зарядных устройств;
- контроля сопротивления изоляции цепей оперативного тока;
- автоматического определения поврежденного (замыкание на землю) присоединения ЩПТ;
- оперативного поиска замыканий на землю в сети постоянного тока;
- контроля целостности всех предохранителей и аварийного отключения любого автоматического выключателя;
- регистрация дискретных сигналов аварийных событий;
- регистрация аналоговых величин нормального режима с Система мониторинга и управления СОПТ должна интегрироваться в «шину станции» с использованием протоколов MMS и GOOSE стандарта IEC 61850 без установки дополнительного оборудования.

6. РЕЛЕЙНАЯ ЗАЩИТА, АВТОМАТИКА И ПРОТИВОАВАРИЙНАЯ АВТОМАТИКА

6.1. При проектировании РЗА и ПА на основании следующих документов:

- задание на проектирование;
- результаты оценки электромагнитной обстановки на электроэнергетических объектах;
- исходных данных для выполнения расчетов токов короткого замыкания и расчета уставок РЗА данного объекта;

- решений по реконструкции устройств РЗА смежных энергообъектов.

6.2. Как правило, комплекс защиты и автоматики присоединения, должен выполняться на базе одного терминала, реализующего все необходимые функции.

6.3. Все устройства РЗА и ПА должны обеспечивать контроль качества цифровых потоков и выполнять автоматический перевод на резервный поток или блокировать функции, которые могут работать неправильно.

6.4. Должно предусматриваться оперативное управление режимами РЗА и ПА как по месту - с кнопок управления терминалов РЗА, так и дистанционное - с помощью средств АСУТП.

6.5. Положение всех коммутационных устройств должно регистрироваться в АСУТП.

6.6. В цепях питания, цепях отключения и цепях тока и напряжения должны быть установлены клеммники с размыкателями или многофункциональные испытательные блоки.

6.7. Номенклатура функций защит и блокировок. В распределительных устройствах напряжением 3 кВ постоянного тока тяговых подстанций предусматривают функции защит и блокировок в соответствии с таблицей 1 (Приложение).

6.7.1. Максимальную импульсную токовую защиту (таблица 1, строки 1.1 и 2.1) реализуют путем применения автоматических быстродействующих выключателей по ГОСТ 2585.

6.7.2. На присоединениях питающих линий контактной сети главных путей перегонов, активных постов секционирования и запасного выключателя максимальную импульсную токовую защиту (таблица 1, строка 1.1) рассматривают как основную только в том случае, если зона ее действия при выбранной уставке не меньше расстояния между тяговой подстанцией и постом секционирования. В противном случае максимальную импульсную токовую защиту рассматривают как дополнительную, а в качестве основной рассматривают направленную дистанционную защиту (таблица 1, строка 1.7).

6.7.3. На присоединениях питающих линий контактной сети главных путей перегонов, активных постов секционирования и запасного выключателя максимальную токовую защиту обратного направления (таблица 1, строка 1.4) используют только при неполяризованных автоматических быстродействующих выключателях.

6.7.4. На присоединениях питающих линий контактной сети главных путей перегонов, активных постов секционирования и запасного выключателя защиту от превышения напряжения (таблица 1, строка 1.6) используют только на участках железных дорог, где применяется рекуперация.

6.7.5. Земляная защита (таблица 1, строки 1.9 и 2.4) действует на отключение всех выключателей распределительного устройства напряжением 3 кВ постоянного

тока, всех выключателей со стороны сетевых обмоток преобразовательных трансформаторов, всех катодных выключателей и всех линейных разъединителей питающих линий.

6.7.6. На присоединениях питающих линий контактной сети главных путей перегонов, активных постов секционирования и запасного выключателя выдержка времени квазитепловой защиты (таблица 1, строка 1.8) должна иметь обратную зависимость от скорости нарастания температуры проводов.

7. УПРАВЛЕНИЕ И ОПЕРАТИВНАЯ БЛОКИРОВКА

7.1. Управление элементами ТПС должно выполняться таким образом, чтобы управление основными элементами электрических схем РУ (выключатели и привода РПН) осуществлялось:

- с вышестоящих уровней управления;
- с АРМа оперативного персонала, входящего в состав АСУТП, и с блоков резервного управления, расположенных, например, в шкафах релейной защиты;
- с терминалов релейной защиты и автоматики;
- из шкафов (ячеек), установленных в зданиях ЗРУ 3,3-110 кВ, КРУЭ; - из шкафа наружной установки на территории ОРУ.

7.2. Управление разъединителями и заземляющими разъединителями с электродвигательными приводами должно осуществляться с АРМа оперативного персонала и из шкафов, расположенных в РУ в зоне безопасного обслуживания.

7.3 Для линий, допускающих работу в неполнофазном режиме, должно предусматриваться пополюсное управление линейными разъединителями.

7.4. Основная сигнализация на ПС должна выполняться в составе АСУТП на экранах АРМ оперативного персонала в следующем объеме:

- отображение положения всех коммутационных аппаратов и РПН;
- обобщенная звуковая предупредительная и аварийная сигнализация;
- индивидуальная предупредительная и аварийная сигнализация отклонения от нормального режима работы, неисправностях и аварийных режимах работы оборудования и энергосистемы;
- сигнализация всех систем, интегрированных в АСУТП.

7.5. Резервная сигнализация на ПС должна выполняться в минимальном объеме:

- центральная звуковая сигнализация, обеспечивающая привлечение внимания персонала при выводе из работы или неисправности АРМа оперативного персонала;
- отображение положения дистанционно управляемых аппаратов на экранах терминалов релейной защиты и автоматики;
- индивидуальная визуальная на экранах и лицевых панелях терминалов

релейной защиты и автоматики, обеспечивающая предварительный анализ ситуации;

- световая сигнализация положения аппаратов – в шкафах управления на ОРУ и в ЗРУ.

7.6. Оперативная блокировка предназначена для предотвращения неправильных действий с разъединителями и заземляющими разъединителями (заземляющими ножами разъединителей) и должна выполняться с учетом следующих требований:

- разъединители напряжением 35 кВ и выше должны иметь механическую и электромагнитную блокировки со своими заземлителями;

- разъединители с электродвигательными приводами должны иметь, кроме того, электрическую блокировку со своих заземлителей.