

Министерство образования Республики Беларусь  
БЕЛОРУССКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ

---

Кафедра «Электрические системы»

В.Г. Прокопенко

ОПЕРАТИВНОЕ УПРАВЛЕНИЕ В ЭНЕРГОСИСТЕМАХ

Учебно-методическое пособие

Под редакцией В.Т. Федина

М и н с к 2 0 0 5

УДК 621.311:658.514 (075.8)

ББК 31.279 я 73

П 80

Рецензенты:

В.Т. Федин, Е.В. Калентионюк

**Прокопенко В.Г.**

П 80      **Оперативное управление в энергосистемах: Учебно-метод. пособие / В.Г. Прокопенко; Под ред. В.Т. Федина. – Мн.: БНТУ, 2005. – 56 с.**

ISBN 985-479-136-X.

Пособие состоит из двух разделов. В первом изложены общие вопросы организации оперативного управления в энергосистемах. Во втором разделе приведены основные положения о переключениях в электрических сетях. Пособие предназначено для студентов электроэнергетических специализаций и может использоваться слушателями центров повышения квалификации инженеров-электриков и инженерами диспетчерских служб подразделений энергосистем.

**УДК 621.311:658.514 (075.8)**

**ББК 31.279 я 73**

ISBN 985-479-136-X

© Прокопенко В.Г., 2005

## СПИСОК СОКРАЩЕННЫХ ОБОЗНАЧЕНИЙ

КРУ	- комплектное распределительное устройство внутренней установки;
КРУН	- комплектное распределительное устройство наружной установки;
ОДУ	- объединенное диспетчерское управление;
ЕЭС России	- Единая энергосистема России;
ЦДУ	- центральное диспетчерское управление;
ОЭС Беларуси	- объединенная энергетическая система Беларуси;
ЦДС	- центральная диспетчерская служба;
ОДС	- оперативно-диспетчерская служба;
РДС	- районная диспетчерская служба;
ОВБ	- оперативно-выездная бригада;
ЛЭП	- линия электропередачи;
РЗ	- релейная защита;
РЗА	- релейная защита и автоматика;
ПА	- противоаварийная автоматика;
РЭС	- район электрических сетей;
ТС	- телесигнал;
ТМ	- телемеханика;
ВЛ	- воздушная линия электропередачи;
АПВ	- автоматическое повторное включение;
В	- выключатель;
ШСВ	- шиносоединительный выключатель;
ЛР	- линейный разъединитель;
ТР	- трансформаторный разъединитель;
ШР	- шинный разъединитель;
ВН, СН, НН	- напряжение высокой, средней и низкой сторон трехобмоточного трансформатора.

## ПРЕДИСЛОВИЕ

Пособие подготовлено для студентов, изучающих дисциплины “Оперативное управление в энергосистемах” и “Диспетчерское управление в энергосистемах”. Первая преподается студентам специализации “Диспетчерское управление в энергосистемах”, вторая – “Релейная защита и автоматизация энергетических процессов”, а также студентам других специализаций, изучающих дисциплину “Эксплуатация электрических систем и сетей”.

Изложенный материал опирается на знания студентов, полученные ими при изучении дисциплин “Электрические системы и сети”, “Электрическая часть станций и подстанций”, “Релейная защита и автоматика”.

Автор благодарит начальника диспетчерской службы Республиканского унитарного предприятия электроэнергетики “ОДУ” Горовикова В.Л. и других сотрудников энергосистемы за предоставленные нормативно-технические материалы, регламентирующие диспетчерское управление энергосистемой Республики Беларусь, которые были использованы при подготовке данной работы.

Автор выражает признательность профессору Федину В.Т. за редактирование рукописи.

# 1. ОБЩИЕ ВОПРОСЫ ОПЕРАТИВНОГО УПРАВЛЕНИЯ

## 1.1. Цели и задачи оперативного управления в энергосистемах

Нормальная работа энергосистем возможна только при четко функционирующей системе оперативного управления их режимами. Необходимость эффективной системы оперативного управления обусловлена следующими важнейшими свойствами энергосистем:

- большая значимость производимого продукта не только в сфере материального производства, но и при обеспечении безопасных и комфортных условий работы и проживания больших групп людей;
- сложность производственной структуры, большой объем производимой продукции, разнообразие основного оборудования с разными технико-экономическими характеристиками и, как следствие, возможность ведения допустимых, но неоптимальных режимов с перерасходом энергоресурсов;
- непрерывность процессов производства, распределения и потребления электрической энергии;
- быстрота протекания технологических процессов;
- наличие условий повышенной опасности для здоровья и жизни людей, эксплуатирующих оборудования самих энергосистем.

Оперативное управление в энергосистемах называют оперативно-диспетчерским или диспетчерским, поскольку оно реализуется через диспетчерские службы. Диспетчерское управление производится централизованно и непрерывно в течение суток. Осуществляется оно высшим оперативным руководителем энергосистемы – диспетчером.

Цель диспетчерского управления – разработка и ведение режимов энергосистем, обеспечивающих надежное и бесперебойное снабжение потребителей электрической и тепловой энергией удовлетворительного качества при максимальной экономичности работы энергосистемы в целом, создание возможности безопасного обслуживания оборудования.

Для достижения этой цели при реализации диспетчерского управления приходится решать ряд задач:

- долгосрочное и краткосрочное планирование графиков нагрузок энергосистем;
- составление балансов мощности и энергии;
- разработка нормальной и ремонтных схем энергосистемы;

- регулирование частоты и активной мощности;
- регулирование напряжения и реактивной мощности;
- расчеты статической и динамической устойчивости;
- внутрисуточная оптимизация режимов;
- экспрессные расчеты потокораспределения в электрической сети в вынужденных режимах работы энергосистемы;
- рассмотрение заявок на вывод оборудования в ремонт;
- руководство оперативными переключениями в электрических сетях;
- ведение служебной документации и др.

## **1.2. Принципы и структура диспетчерского управления**

Система диспетчерского управления основана на следующих принципах:

- отделение оперативно-диспетчерских функций от административно-хозяйственных;
- иерархическая структура диспетчерского управления с обязательным подчинением дежурного оперативного персонала каждой ступени управления диспетчерскому персоналу более высокой ступени управления;
- предоставление персоналу каждой ступени управления максимальной самостоятельности в выполнении всех оперативных функций, не требующих вмешательства оперативного руководителя более высокой ступени диспетчерского управления;
- соблюдение строжайшей технологической и диспетчерской дисциплины.

Диспетчерское управление энергосистем строится на основе действия раздела “Оперативно-диспетчерское управление” “Правил технической эксплуатации электрических станций и сетей” (ПТЭ) [1] и нормативных документов, разрабатываемых в энергосистемах.

Диспетчерское управление энергосистемы Беларуси имеет четыре иерархических уровня [2]:

- диспетчерское управление объединенной энергосистемы Беларуси;
- областных энергосистем;
- предприятий электрических сетей;
- диспетчерское управление районов электрических сетей.

На высших иерархических ступенях диспетчерского управления функции оперативно-диспетчерского управления, как правило, вы-

полняют специализированные, не занимающиеся административно-хозяйственным управлением, предприятия. Например, оперативно-диспетчерское управление объединенной энергосистемы (ОЭС) Беларуси выполняет республиканское унитарное предприятие «ОДУ», ЕЭС России (системный оператор ОАО «СО-ЦДУ ЕЭС»).

На уровне областных энергосистем ОЭС Беларуси оперативно-диспетчерское управление осуществляют специальные службы - центральные диспетчерские службы (ЦДС), электрических сетей (ранее предприятий электрических сетей) – оперативно-диспетчерские службы (ОДС), районов электрических сетей - районные диспетчерские службы (РДС).

Структура четырехступенчатой системы диспетчерского управления приведена на рис. 1.1.

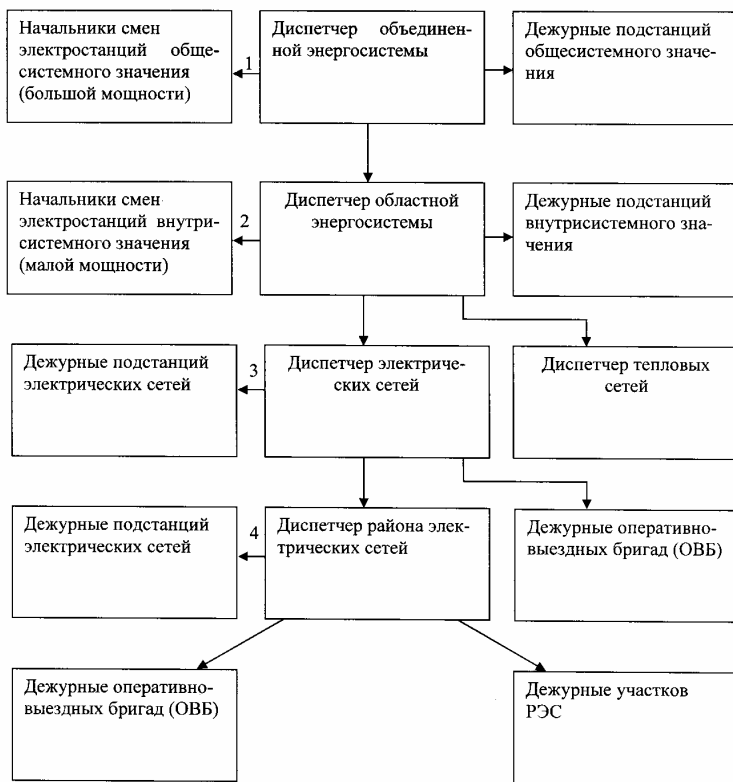


Рис.1.1. Структура четырехступенчатой системы диспетчерского управления: 1,2,3,4 – уровни управления

На верхнем уровне системы оперативно-диспетчерского управления диспетчеру ОЭС непосредственно подчинены: диспетчеры ЦДС областных энергосистем, начальники смен крупных электростанций общесистемного значения, дежурные подстанций общесистемного значения.

К подстанциям общесистемного значения относятся подстанции системообразующей сети энергосистемы и подстанции транзитных линий электропередачи, соединяющих разные областные энергосистемы.

На втором уровне системы управления диспетчеру ЦДС областных энергосистем непосредственно подчинены: диспетчеры ОДС предприятий электрических и тепловых сетей, начальники смен электрических станций внутрисистемного значения небольшой мощности, дежурные подстанций внутрисистемного значения (в основном подстанции питающей и распределительной сети энергосистемы с номинальным напряжением 110 кВ и выше).

На третьем уровне системы управления диспетчеру ОДС предприятий электрических сетей непосредственно подчинены: диспетчеры РДС районов электрических сетей, дежурные подстанций сетей с номинальным напряжением 35 кВ и выше, дежурные оперативно-выездных бригад (ОВБ).

На четвертом уровне системы диспетчерского управления диспетчеру РДС района электрических сетей подчиняются: дежурные ОВБ, дежурные подстанций сетей с номинальным напряжением 35 кВ и ниже, дежурные участков РЭС.

Для четкого функционирования системы оперативно-диспетчерского управления всё оборудование энергосистем (электрических станций, электрических и тепловых сетей) распределяется и закрепляется по оперативной подчиненности между диспетчерами различных ступеней системы оперативно-диспетчерского управления энергосистемы.

Разделение и закрепление оборудования между различными ступенями диспетчерского управления производится на основе анализа влияния его режима работы (состояния) на режим работы энергосистемы в целом. В оперативном отношении закрепленное оборудование может находиться в *оперативном управлении* диспетчера (операции с таким оборудованием выполняются только по *распоряжению* диспетчера) и в *оперативном ведении* диспетчера (опера-



ции с таким оборудованием выполняются только с разрешения диспетчера вышестоящего уровня управления).

В оперативном управлении диспетчера находится в основном то оборудование, операции с которым требуют координации действий подчиненного оперативного персонала, например, согласованные действия на подстанциях для отключения (включения) ЛЭП, связывающей две энергосистемы, или ЛЭП между подстанциями разных предприятий электрических сетей.

В оперативном ведении диспетчера находится оборудование, режим и состояние которого влияют на генерируемую мощность энергосистемы, величину резерва мощности, надежность работы электрических сетей. Например, снизить мощность на электростанции оперативный персонал может только с разрешения вышестоящего диспетчера, который должен принять меры по вводу в работу резервной мощности энергосистемы или принять другие меры, нормализующие работу энергосистемы.

Закрепление оборудования, устройств релейной защиты и автоматики (РЗА) и противоаварийной автоматики (ПА) в оперативном отношении (управление, ведение) производится по согласованию с вышестоящим органом диспетчерского управления энергосистемы. Перечень закрепленного оборудования с устройствами РЗА и ПА утверждается техническим руководителем предприятия и по мере необходимости, но не реже одного раза в три года, пересматривается.

Оборудование энергосистемы может находиться в управлении оперативного руководителя только одной ступени управления, а в ведении нескольких руководителей – одной или большего числа ступеней управления.

К оперативным руководителям относятся: дежурный диспетчер объединения энергосистем, отдельной энергосистемы, предприятия электрических сетей, района электрических сетей.

К оперативному персоналу относятся: оперативные руководители, начальники смен электрических цехов электростанций, дежурные (диспетчеры, инженеры, электромонтеры) подстанций, персонал оперативно-выездных бригад, оперативно-ремонтный персонал с правом выполнения переключений в электроустановках.

В оперативном отношении (управление, ведение) закрепляется не только основное оборудование энергосистем, но и релейная за-

щита, противоаварийная автоматика, средства регулирования режимов, средства диспетчерского управления.

Закрепление оборудования энергосистемы в оперативном отношении позволяет предоставить максимальную самостоятельность местному оперативному персоналу в выполнении функций управления, соблюсти строгую технологическую дисциплину при управлении, избежать неправильных решений и действий.

Если энергосистема одной страны работает параллельно с энергосистемами других стран, то закрепление в оперативном отношении оборудования, линий электропередачи, устройств РЗА и ПА, влияющих на работу энергосистем, производится на основе договоров (взаимосогласованных и утвержденных руководством энергосистем положений о диспетчерском управлении). В этих же положениях распределяются обязанности диспетчерских служб энергосистем по регулированию частоты, перетоков мощности, регулированию напряжения, производству переключений и т.п.

### **1.3. Подготовка диспетчера**

Для выполнения своих должностных обязанностей диспетчер должен знать:

- организацию диспетчерского управления;
- оперативную подведомственность оборудования, включая устройства РЗА и ПА;
- схему электрических соединений и технические характеристики по пропускной способности в нормальных и аварийных режимах;
- схемы распределительных устройств электростанций;
- принципиальные тепловые схемы электростанций;
- основные параметры и характеристики теплосилового и электрического оборудования электростанций;
- принципы оптимального распределения генерирующей мощности между электростанциями;
- наименование подстанций и линий электропередачи;
- принципы заземления нейтрали в электрических сетях;
- принципы действия защит, схемы релейной защиты подведомственного оборудования (генераторов, трансформаторов, линий электропередачи, шин подстанций);
- допустимые режимные параметры в контрольных точках сети;

- организацию и порядок выполнения оперативных переключений;
- порядок ликвидации аварий;
- организацию ремонтных работ;
- графики ограничения и отключения потребителей;
- правила организации работ с персоналом;
- порядок ввода в эксплуатацию вновь вводимых и реконструированных электроустановок;
- порядок действий в особых ситуациях (по условиям гражданской обороны);
- схемы электроснабжения потребителей первой категории;
- аппаратуру диспетчерского пункта;
- правила пользования связью и объектами энергосистемы;
- методы оказания первой доврачебной помощи пострадавшим;
- порядок ведения технической документации;
- должностные инструкции оперативного персонала разного уровня диспетчерского управления, действующие инструктивные материалы, а также в установленном объеме ПТЭ, ПТБ, ПУЭ [1, 3, 4], правила пожарной безопасности (ППБ) и др.

На должность диспетчера назначаются лица, имеющие соответствующее образование по специальности. Например, диспетчер ОДУ должен иметь высшее образование, а диспетчер РЭС может иметь среднее техническое образование, но при этом должен иметь стаж работы в электроустановках не менее трех лет. До назначения на должность диспетчера нужно пройти профессионально-техническую подготовку в установленном объеме, программу индивидуальной подготовки, предусматривающую стажировку, проверку знаний, дублирование и противоаварийные тренировки. При подготовке диспетчера применяется тестирование, моделирующие установки, электронные тренажеры и т.д.

#### **1.4. Должностные обязанности, права и ответственность диспетчера**

Должностные обязанности, права и ответственность диспетчеров разных уровней диспетчерского управления регламентируются должностными инструкциями. Должностные инструкции утверждаются руководителем предприятия или вышестоящей организацией. Например, должностная инструкция диспетчера ОДУ Бело-

русской энергосистемы утверждается главным диспетчером ОДУ, а должностная инструкция диспетчера РЭС – главным инженером предприятия электрических сетей. Должностные инструкции разрабатываются на основе требований ПТЭ.

Диспетчер, приступая к дежурству, должен принять смену у предыдущего диспетчера, а последний должен сдать свою смену. При приемке смены диспетчер обязан:

- ознакомиться по мнемосхеме и по оперативной документации с режимом работы основного оборудования и устройств РЗА и ПА, находящихся в его оперативном управлении и ведении;

- ознакомиться с записями в оперативном журнале, начиная со своей предыдущей смены;

- ознакомиться с имеющимися распоряжениями, телефонограммами, поступившими инструкциями, записями в документации;

- ознакомиться с заявками и принятыми по ним решениями на вывод оборудования в ремонт, с программами на испытание оборудования;

- уточнить число работающих бригад, места выполнения работ;

- ознакомиться с поступившими, но не рассмотренными заявками;

- проверить наличие ОВБ и обеспеченность их транспортными, защитными средствами и приспособлениями, аварийным запасом ремонтного материала;

- проверить наличие оперативной документации и инструкций, принять ключи от служебных помещений диспетчерского пункта;

- получить информацию от дежурных узла связи и телемеханики, службы вычислительной техники о состоянии каналов связи, работе вычислительной техники, телемеханики;

- оформить приемку-сдачу смены соответствующей записью в оперативном журнале с указанием времени приемки-сдачи смены.

На высших ступенях диспетчерского управления (уровень объединенной энергосистемы, областной энергосистемы) диспетчер получает сведения о режиме работы энергосистемы и режимах работы электрических станций: о суммарной величине включенной мощности электростанций, о выдерживании графиков нагрузки, наличии резервов мощности, о предстоящих пусковых операциях и их продолжительности, об обеспеченности электростанций топливом и его поступлении, о выполнении ограничений по расходу топлива, об

ограничениях потребителей по потребляемой мощности или их отключению.

Диспетчер, сдающий смену, должен сообщить:

- замечания по работе оборудования, возникшие в его смену;
- замечания по работе средств связи;
- перечень объектов, на которых производятся работы, и количество бригад на них, перечислить места установленных переносных заземлений и включенных заземляющих ножей;
- устные распоряжения, указания вышестоящего оперативного персонала.

Если во время приемки смены обнаружались серьезные замечания по надежности схемы сети, несоответствии схемы сети на мнемосхеме записям в оперативном журнале, по недостаточности оперативного резерва мощности и другие существенные замечания о работе в предыдущую смену, то заступающий диспетчер вправе потребовать дополнительных разъяснений, проведения корректировки схемы сети, отчетности. При невозможности их выполнения должен произвести соответствующие записи в оперативном журнале. В крайнем случае диспетчер может отказаться от приемки смены.

Диспетчеру запрещается приемка и сдача смены во время оперативных переключений, при ликвидации аварий, стихийных бедствиях (в некоторых случаях сдача и приемка смены допускается только с разрешения начальника диспетчерской службы с записью в оперативном журнале).

Заступающий на смену диспетчер принимает рапорты от непосредственно подчиненных в оперативном отношении диспетчеров и дежурного персонала электрических станций, подстанций, ОВБ. Например, диспетчер ОДУ принимает рапорты от оперативного персонала электрических станций, подстанций, диспетчеров ЦДС, а диспетчер РЭС – от дежурных подстанций и ОВБ.

В рапорте должны содержаться следующие основные сведения: время сдачи рапорта, должность и фамилия сдавшего рапорт, состав смены, состояние основного оборудования электрических станций и электрической сети, отклонение их от заданного режима работы, информация о поврежденном и выведенном в ремонт оборудовании, об отклонении параметров электроэнергии от нормативных значений.

В течение смены диспетчер обязан поддерживать наиболее надежную схему сети, обеспечивать допустимые токовые нагрузки линий, трансформаторов и другого оборудования, осуществлять контроль качества электрической энергии, своевременно приводить в соответствие mnemonicскую схему диспетчерского щита фактическому состоянию электрической сети.

На высших ступенях диспетчерского управления диспетчер руководит нормальной работой электрических станций, следя за их оптимальным режимом нагрузки, заданными и согласованными перетоками мощности по межсистемным и внутрисистемным связям. При возникновении вынужденных режимов, сильно отличающихся от запланированных, диспетчер обязан принять меры по уменьшению ущерба путем изменения нагрузки электрических станций с учетом их экономичности и запасов топлива. При отделении (разделении) энергосистемы из-за отключения межсистемных связей диспетчер должен принять меры по регулированию частоты. На протяжении всей смены диспетчер должен следить за оптимальным потокораспределением реактивной мощности в сети в целях поддержания заданных уровней напряжения в основной сети и снижения потерь мощности и энергии.

В течение смены диспетчер руководит действиями оперативного персонала при выполнении переключений в электрических сетях и операций с устройствами РЗА и ПА, находящимися в его оперативном управлении. Он получает разрешение на выполнение переключений на оборудовании и устройствах РЗА и ПА, находящимся в оперативном управлении вышестоящего диспетчера, дает разрешения подчиненному персоналу на вывод из работы в ремонт или для испытаний оборудования и устройств РЗА и ПА, находящимся в его оперативном управлении и ведении, оперативно руководит проведением испытаний, оформляет заявки на вывод в ремонт оборудования, находящегося в оперативном управлении или ведении вышестоящего диспетчера, оформляет начало и окончание работ по всем заявкам. Диспетчер выполняет указания и распоряжения вышестоящего диспетчера, касающиеся проведения переключений на линиях, оборудовании, устройствах РЗА и ПА, находящихся в оперативном управлении или ведении последнего, ликвидации аварий, ограничения или отключения потребителей, регулирования напряжения в контрольных точках и т.п.

При возникновении аварий диспетчер должен принимать нужные решения и отдавать распоряжения для скорейшей локализации аварии, предотвращения развития аварии, восстановления в кратчайший срок подачи энергии потребителям и для восстановления нормально-го режима работы энергосистемы (сети). При возникновении угрозы для жизни людей или при угрозе сохранности оборудования диспетчер должен принимать срочные меры по предотвращению опасности. Об аварийных режимах, стихийных бедствиях диспетчер должен делать записи в оперативном журнале с указанием последовательности операций по ликвидации аварий, а также информировать руководство и технологические службы вышестоящего предприятия в системе управления диспетчера.

Диспетчер принимает участие в расследовании и анализе причин аварий и несчастных случаев, вносит предложения по разработке и корректировке инструкций по охране труда и технике безопасности на рабочих местах и следит за сроками их действия, проверяет работу диспетчерских служб нижнего уровня диспетчерского управления и вносит предложения по устранению недостатков.

Диспетчер должен постоянно повышать свою квалификацию, занимаясь в высших учебных заведениях по специальности, на курсах повышения квалификации, участвуя в противоаварийных и противопожарных тренировках и путем самообразования.

В своей работе диспетчер имеет право самостоятельно решать все оперативные вопросы эксплуатации оборудования электростанций, подстанций, линий электропередач, находящихся в его оперативном управлении и ведении, например изменять нагрузку станций и схему сети, напряжение на подстанции и т.д. Он имеет право отдавать распоряжения непосредственно подчиненному оперативному персоналу по вопросам, входящим в его компетенцию, и требовать их безусловного выполнения, а в аварийных ситуациях, при стихийных бедствиях, несчастных случаях диспетчер имеет право отдавать распоряжения по вопросам, входящим в компетенцию других оперативных лиц.

Диспетчер имеет право выдавать разрешения на выполнение аварийно-восстановительных работ на оборудовании, находящемся в его оперативном управлении и ведении, разрешать выполнение внеплановых заявок и выдавать разрешение на подготовку рабочих мест и на допуск бригад к работе по нарядам и разрешениям. В не-

обходимых случаях, например, при возникновении аварийной ситуации, диспетчер может задержать, прервать или отменить выполнение работ, предусмотренных заявкой.

При необходимости диспетчер имеет право вводить графики ограничения и отключения потребителей, не выполнять распоряжения, противоречащие требованиям ПТЭ, ПТБ, ППБ или создающие угрозу для безопасности людей и сохранности оборудования, требовать от подчиненного оперативного персонала своевременного сообщения обо всех произошедших несчастных случаях с людьми, об аварийных отключениях, о ходе восстановительных работ, нарушениях нормальных режимов работы оборудования, пожарах, отключениях потребителей первой категории, стихийных бедствиях.

Диспетчер имеет право для проведения оперативных переговоров пользоваться всеми средствами связи, используя в первую очередь каналы диспетчерской и технологической связи, вызывать при надобности для консультаций соответствующих работников предприятия, отстранять от работы подчиненный оперативный персонал, неудовлетворяющий требованиям, предъявляемым к оперативному персоналу (нарушение правил техники безопасности, алкогольное или наркотическое опьянение, плохое состояние здоровья и т.п.), с уведомлением административно-технического руководства, вносить предложения руководству о поощрении подчиненного оперативного персонала и других лиц, оказавших эффективную помощь в ликвидации аварийных ситуаций, или о наложении взысканий за нарушение оперативной и технологической дисциплины, вносить предложения по совершенствованию системы оперативно-диспетчерского управления, получать информацию, необходимую для выполнения служебных обязанностей, обращаться в другие энергосистемы для решения производственных задач.

Диспетчер несет ответственность за несоблюдение им и непосредственно подчиненным ему персоналом правил ПТЭ, ПТБ и ППБ, должностной инструкции, правил организации работы с персоналом, нормативно-технических документов по организации эксплуатации оборудования энергосистем, за своевременность и целесообразность проведения оперативных переключений в сетях, правильность последовательности операций при переключениях, правильность выдаваемых им разрешений на допуск к работам на обо-



рудования, находящемся в его оперативном управлении, и за достаточность отключения и заземления для безопасного проведения работ, за правильность разрешений на вывод в ремонт оборудования, находящегося в его оперативном ведении, за правильность и своевременность оформления оперативной документации, своевременность выполнения распоряжений начальника службы и руководства предприятия, соблюдение правил внутреннего распорядка и трудовой дисциплины.

Некачественное выполнение должностных обязанностей диспетчера может привести к несоблюдению фактических условий энергоснабжения потребителей от заданных, перерасходу энергоресурсов, снижению качества энергии, недостаточной надежности энергоснабжения, отключению потребителей энергии, неустойчивой работе генераторов электрических станций, невыполнению обязательств по перетокам мощности, возникновению опасности травматизма персонала, повреждению или отказу оборудования.

В зависимости от нарушения ответственность диспетчера может быть дисциплинарной, административной или уголовной.

### **1.5. Оперативные переговоры и ведение оперативного журнала**

Функции оперативно-диспетчерского управления осуществляются с помощью оперативных переговоров. Содержание и форма проведения оперативных переговоров регламентируются инструкциями, разрабатываемыми в энергосистемах, например [5].

К оперативным переговорам относятся: выдача распоряжений, разрешений, получение информации о выполнении распоряжений и разрешений, обмен информацией по текущей эксплуатации.

*Распоряжение* – оперативные переговоры по инициативе руководящего дежурного персонала с непосредственно подчиненным персоналом.

Распоряжения могут относиться к производству переключений на линиях электропередачи, находящихся в оперативном управлении руководящего дежурного персонала, к изменению режима и состояния оборудования, линий электропередачи, находящихся в ведении лица, отдающего распоряжение.

Распоряжение отдается непосредственно подчиненному персоналу, находящемуся на дежурстве. При нарушении связи, например

при авариях на линиях электропередачи, допускается передача распоряжений через дежурный персонал других объектов энергосистемы с дословной записью последними передаваемого распоряжения в оперативный журнал и сообщением об исполнении лицу, выдавшему распоряжение.

*Разрешение* – оперативные переговоры между руководящим дежурным персоналом и непосредственно подчиненным оперативным персоналом, ведущиеся по инициативе непосредственно подчиненного оперативного персонала.

Разрешения относятся к операциям с оборудованием и линиями электропередачи, находящимися в оперативном ведении вышестоящего руководящего дежурного персонала, например, выдача разрешений на включение, отключение оборудования по графику работы электрических станций, выдача разрешений на вывод оборудования в ремонт, из ремонта по разрешенным заявкам, выдача разрешений на вывод в ремонт и из ремонта линий электропередачи, находящихся в управлении непосредственно подчиненного дежурного персонала, на отключение и включение оборудования по режиму работы, отключение из-за аварийных режимов.

Обмен информацией включает: отдачу рапорта вышестоящему оперативному персоналу о начале дежурства, о состоянии обслуживаемого оборудования и режимах его работы, об отклонениях от нормальной схемы сети и т.п.

*Уведомление* – сообщение лицу, отдавшему распоряжение или выдавшему разрешение, лицом, которому было отдано распоряжение или дано разрешение о его выполнении.

*Запрос* – обращение дежурного оперативного персонала для получения официальных разъяснений по вопросам эксплуатации к вышестоящему или подчиненному персоналу, а также к административно-техническому персоналу.

*Сообщение* – информация о нарушениях, несчастных случаях с людьми, о создавшейся аварийной обстановке.

*Текущая информация* – взаимоинформация оперативного персонала по вопросам ведения режимов электрических станций, электрических и тепловых сетей и т.п.

Методика проведения оперативных переговоров основывается на принципах однозначности толкования передаваемой информации, четкости, лаконичности. Для реализации этих принципов в энерго-

системах разработаны и внедрены единые обозначения и наименования для основного оборудования и коммутационных аппаратов электростанций и сетей, приняты единые термины для оперативных действий, типовых распоряжений, передаваемой и принимаемой информации. Оперативные переговоры проводятся на едином служебном языке с применением общепринятых в энергетике сокращений. Допускаемые сокращения регламентируются нормативными документами, действующими в энергосистеме.

Оперативные переговоры проводятся по следующей схеме:

- наименование объекта;
- должность и фамилия дежурного;
- содержание распоряжения, разрешения, информации;
- время отдачи распоряжения (разрешения), передачи информации.

При оперативных переговорах первым представляется вызываемое лицо, вторым – вызывающее. Оперативные распоряжения и решения отдаются четко, в конкретной повелительной форме: “отключите”, “включите”, “измените”, “разрешаю”, “сообщите” и т.д. Не допускается использование слов: “просьба”, “пожалуйста” и т.п.

После получения распоряжения дежурный повторяет его, а отдавший распоряжение контролирует правильность понимания его дежурным. Убедившись, что распоряжение понято правильно, отдавший распоряжение дает подтверждение: “Правильно, выполняйте”. После этого дежурный записывает распоряжение в оперативный журнал и приступает к выполнению.

Если дежурному что-то неясно в содержании распоряжения, то он должен задать соответствующие вопросы отдающему распоряжение, разобраться в содержании распоряжения и только после этого приступить к его выполнению.

После выполнения распоряжения или разрешения дежурный должен сообщить об исполнении лицу, выдавшему распоряжение или разрешение.

В аварийных ситуациях допускается вначале выполнить распоряжение, доложить о его исполнении, а затем сделать запись в оперативном журнале.

Оперативные переговоры не только фиксируются в оперативном журнале, но и записываются на магнитофоны. Пленки сохраняются в течение установленного срока. Записи на магнитофонных пленках периодически прослушиваются и анализируются руководством

диспетчерских служб в целях совершенствования оперативных переговоров дежурным персоналом.

В энергосистемах важнейшим оперативным документом является *оперативный журнал*. В оперативный журнал в краткой, конкретной форме с применением только общепринятых в энергетике терминов и понятий записываются оперативные переговоры. Содержание записей в оперативном журнале должно отображать все основные события по текущей эксплуатации, происшедшие в течение смены.

В оперативный журнал записываются все распоряжения, разрешения и доклады об их выполнении, информация об отключении оборудования и его включении в ремонт, в резерв, на испытания, информация об аварийных ситуациях на объектах энергосистемы, операции с коммутационным оборудованием, устройствами РЗА и ПА, операции по заземлению, сведения о выдаче разрешений на подготовку рабочих мест и допуск к работам, об изменении уставок релейной защиты и автоматики, переключении ответвлений трансформаторов, сообщения о несчастных случаях с людьми, о повреждениях оборудования, о введении ограничений на потребление энергии потребителями, сообщения Гидрометцентра о штормовых предупреждениях, о приеме и сдаче смены с указанием даты и продолжительности смены, фамилии диспетчеров.

Записи в оперативный журнал производятся сразу после передачи или получения оперативной информации. Исключение составляют записи при возникновении и ликвидации аварийных режимов. В этом случае записи могут временно заноситься в черновик.

В оперативном журнале не допускается стирание записей и их исправление. В случае ошибки запись зачеркивается, но так, чтобы был виден старый текст, отмечается время исправления и ставится подпись лица, сделавшего исправление.

Оперативный журнал должен быть пронумерован, прошнурован и скреплен печатью. Храниться оперативный журнал с момента последней записи должен не менее трех лет.

## **1.6. Технические средства диспетчерского управления**

Диспетчерские пункты оборудованы диспетчерскими щитами и пультами. На диспетчерских щитах отображается схема электрической сети, которая набирается из отдельных элементов, размещенных

на стандартных панелях. На элементах панели могут быть наклеены буквы, цифры, отрезки линий и другие специальные символы, с помощью которых может быть набрана схема сети с диспетчерскими наименованиями объектов. Схема набирается таким образом, чтобы диспетчер свободно без напряжения и в деталях различал всю схему сети и ее отдельные составляющие: схемы распределительных устройств электрических станций, подстанций, линии электрической сети и др. Схему сети на диспетчерском щите принято называть *мнемосхемой*. На мнемосхеме сети разного номинального напряжения различаются цветом. Цвет элементов, отображающих схему сети на мнемосхеме, выбирается более контрастным по отношению к основному полю щита. Детализовка изображения каждого объекта электрической сети на мнемосхеме зависит от важности объекта в энергосистеме. На мнемосхему наносятся только те объекты, которые находятся в управлении и ведении диспетчера.

Наряду с отображением схемы сети на мнемосхеме отображается положение коммутационных аппаратов – включено или отключено. Для этой цели некоторые элементы панелей выполняются прозрачными и на них проецируется свет зеленого или красного цвета. Текущее положение коммутационного аппарата определяется теле-сигналом (ТС) от устройств телемеханики (ТМ). При несогласовании действительного положения выключателя с его состоянием на мнемосхеме индикаторная панелька работает в режиме мигания и диспетчер с диспетчерского пульта восстанавливает соответствие состояния выключателя на мнемосхеме с действительным положением выключателя в схеме сети. Схема сети с диспетчерскими наименованиями объектов и с указанием действительного положения коммутационных аппаратов на текущий момент времени называется *оперативной схемой сети*.

Диспетчерские щиты могут комплектоваться различными измерительными приборами, которые облегчают диспетчеру осуществлять управление режимом энергосистемы (сети). К ним относятся частотомер, астрономические и электрические часы, приборы, измеряющие суммарную мощность электрических станций, перетоки мощности, напряжения в некоторых узлах схемы сети и т.п.

Рабочее место диспетчера располагается за диспетчерским пультом. Пульт состоит из горизонтальных панелей управления каналами связи и магнитофонами, управления аппаратурой щита и уст-

ройствами автоматического регулирования режима энергосистемы, рабочего стола диспетчера и вертикальной приборной панели. На приборной панели размещаются несколько рядов приборов, подключенных к устройствам телемеханики. Приборы могут измерять: мощность электрических станций и отдельных крупных блоков, потоки мощности по важнейшим линиям, напряжения в контрольных узлах схемы сети и т.п.

В зависимости от уровня диспетчерского управления диспетчерские пульта выполняют трехместными, двухместными или одностанными. Например, диспетчерский пульт ЦДУ ЕС России – трехместный; ОЭС Беларуси – двухместный; предприятия сетей – одностанный.

Диспетчерские пункты оснащаются ЭВМ. Общение диспетчера с ЭВМ производится на специальном простом языке жестких предписаний. Ввод команд на работу ЭВМ по той или иной программе осуществляется с помощью специальной клавиатуры. С помощью ЭВМ можно управлять коммутационными аппаратами.

Программное обеспечение зависит от уровня диспетчерского управления, но чаще всего на дисплее могут быть отображены схемы различных энергообъектов с текущими параметрами режима и состоянием коммутационных аппаратов, режимные таблицы, результаты телеизмерений различных параметров, расходы и запасы топлива на электростанциях и др.

## **2. ОПЕРАТИВНЫЕ ПЕРЕКЛЮЧЕНИЯ В ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЯХ**

### **2.1. Основные положения о переключениях в электрических сетях**

Производство переключений в электрических сетях является одной из важнейших задач оперативно-диспетчерского управления в энергосистемах. При неправильных действиях в процессе переключений может возникнуть опасность для здоровья и жизни людей, участвующих в переключениях и выполняющих ремонтные работы на отключенном оборудовании электроустановок, а также возможны аварии, связанные с повреждением оборудования, нарушением электроснабжения потребителей и т.п.

Оперативные переключения по сложности делятся на три категории: *сложные, несложные (простые), простейшие*.

К сложным переключениям относятся переключения, сопровождающиеся большим числом операций с разъединителями, выключателями, изменениями в цепях релейной защиты, например перевод присоединенный с одной системы шин на другую, вывод системы (секции) шин в ремонт, замена выключателя присоединения шиносоединительным или обходным выключателем, отключение и включение трехобмоточного трансформатора на подстанции с двумя и более трансформаторами, отключение и включение присоединений на подстанциях с двумя и полутора выключателями на цепь и др.

К несложным относятся переключения, связанные с отдельными присоединениями (трансформаторами, линиями и т.д.), с разборкой и сборкой схемы разъединителями.

К простейшим относятся переключения в сетях 0,38 кВ, отключение и включение одиночного выключателя без разборки и сборки схемы распределительного устройства разъединителями, отключение отпаечных разъединителей линий электропередачи, разрядников, трансформаторов, дугогасящих катушек при отсутствии замыкания на землю, отключение и включение одиночных присоединений подстанций с КРУ и КРУН, если они оборудованы механической блокировкой.

По производственной необходимости оперативные переключения делятся на *плановые, внеплановые и аварийные*.

Плановые переключения выполняются по разрешенным диспетчером заявкам на вывод (ввод) оборудования и по режимным сообщениям. О плановых переключениях оперативному персоналу заранее известно.

К внеплановым относятся переключения, о которых заранее не было известно. Необходимость внеплановых переключений может быть вызвана целесообразностью изменения схемы электрической сети для повышения надежности и экономичности работы энергосистемы из-за незапланированного снижения нагрузки электрических станций (нехватки топлива), задержки в ремонте оборудования энергосистемы и т.п.

К аварийным относятся переключения, связанные с ликвидацией и локализацией аварий: отключение поврежденного оборудования электрической сети, подача резервного питания, снятие напряжения

с объекта при возникновении опасности для жизни людей, животных, а также опасности возникновения пожара. К аварийным переключениям могут относиться переключения на нормально функционирующем объекте, если они срочно необходимы для предупреждения возникновения или развития аварии на других объектах.

При производстве оперативных переключений оперативный персонал энергосистемы обязан строжайше соблюдать ПТЭ, ПТБ, действующие инструктивные и директивные материалы.

Переключения на оборудовании, линиях электропередачи, в устройствах РЗА, находящихся в ведении вышестоящего оперативного персонала, должны выполняться только с его разрешения, а находящихся в его управлении – только по его распоряжению. Допускается производить переключения без разрешения или без распоряжения только при авариях, несчастных случаях, стихийных бедствиях, угрозе жизни людей и сохранности оборудования. В этом случае требуется уведомить диспетчера о возникшей ситуации и проведенных переключениях.

Всеми операциями по переключениям на линиях электропередачи, выполняемым по распоряжению диспетчера, руководит диспетчер, отдавший соответствующее распоряжение. Он устанавливает последовательность операций, руководит установкой заземлений, вывешиванием плакатов и выдает распоряжение на подготовку рабочих мест и допуск ремонтных бригад к работам.

Разрешение на производство переключений на оборудовании, находящемся в оперативном ведении диспетчера, отдается им в общем виде. Например, диспетчеру Южных электрических сетей: “Отключение ВЛ - 110 подстанции Восточная – Западная разрешаю”.

Наличие разрешенной заявки на оперативные переключения не дает права оперативному персоналу начать работы по переключениям, требуется получить распоряжение или разрешение диспетчера, в управлении или ведении которого находится оборудование.

Переключения в распределительных устройствах могут выполнять только лица, имеющие на это право, т.е. допущенные к оперативной работе, знающие схему электроустановки, расположение объектов в натуре, обученные правилам производства операций с коммутационными аппаратами, знающие последовательность переключений, прошедшие проверку по ПТЭ, ПТБ, ППБ и действующих инструкций, дублирование на рабочем месте и непосредственно об-



служивающие электроустановку, на которой производится переключение. Запрещается проводить переключения при недостаточной освещенности на рабочих местах (менее 10 лк). Для улучшения освещенности должны применяться переносные фонари. Во время переключений не должно быть перерывов, если они не вызваны производственной необходимостью. Недопустимо изменять распределение обязанностей между участниками переключений, установленное местной инструкцией или уклоняться от выполнения обязанностей, установленных должностной инструкцией, во время переключений недопустимы посторонние разговоры.

Плановые переключения следует проводить в часы минимума нагрузки и не в конце смены.

Время начала плановых переключений определяется диспетчером, отдавшим распоряжение или разрешение на выполнение переключений.

Сложные переключения должны выполняться двумя лицами, одно из которых – контролирующее. Контролирующее лицо является, как правило, старшим по должности. Контролирующим должен быть работник из числа оперативного персонала или из числа административно-технического персонала, знающий схему данной электроустановки и допущенный к выполнению переключений специальным распоряжением по предприятию. Списки лиц, имеющих право производства оперативных переключений, и лиц, имеющих право осуществлять контроль за переключениями, ежегодно пересматриваются и утверждаются главным инженером предприятия или другого подразделения энергосистемы.

Ответственность за правильность выполнения переключений несут оба лица, участвующие в переключениях. Запрещается приступать к выполнению переключений одному лицу, если в переключениях должны участвовать два человека.

## **2.2. Бланки переключений, программы переключений**

В электроустановках напряжением выше 1000 В при отсутствии блокировочных устройств или при их неисправности, а также при сложных переключениях, в том числе при переводе более одного присоединения с одной системы шин на другую (независимо от на-

личия и исправности блокировки) переключения выполняются по *бланкам переключений*.

Без бланков переключений в электроустановках напряжением выше 1000 В разрешается производить переключения:

- а) при ликвидации аварий;
- б) в распределительных устройствах с дистанционным управлением выключателями и разъединителями со щита управления при наличии блокировки между ними;
- в) простейшие переключения.

На всех объектах энергосистемы (электрических станциях, подстанциях, сетевых предприятиях) разрабатываются перечни видов переключений, которые выполняются по типовым бланкам переключений (сложные переключения), по обычным бланкам переключений (несложные переключения), без бланков переключений (простейшие и переключения при наличии дистанционного управления коммутационными аппаратами и блокировок между ними). Перечни переключений утверждаются техническими руководителями подразделений энергосистемы и хранятся на диспетчерских пультах, щитах управления станций и подстанций. Эти перечни пересматриваются по мере необходимости, но не реже одного раза в три года.

Сложные многократно выполняющиеся переключения для конкретной электроустановки должны производиться по типовым бланкам переключений.

При выполнении переключений в электроустановках разных уровней управления и разных энергообъектов применяются типовые программы переключений.

При использовании типовых бланков (типовых программ) переключений облегчается работа оперативного персонала, в значительной степени уменьшается вероятность неправильных действий с коммутационными аппаратами и в цепях РЗА, поскольку при сложных переключениях приходится производить до нескольких десятков операций и предварительно выполнять режимные мероприятия.

Типовые бланки переключений для оперативного персонала станций подписываются начальником электроцеха и его заместителем по РЗА, для оперативного персонала подстанций – начальником службы подстанций и начальником службы РЗА предприятия сетей. Типовые программы переключений подписываются начальниками диспетчерских служб, начальниками служб РЗА.

Типовые бланки переключений и программы переключений утверждаются техническим руководителем подразделения энергосистемы (главный инженер, главный диспетчер). При изменениях схемы первичных цепей распределительных устройств, присоединений, при вводе в работу новых устройств РЗА, блокировок в типовые бланки переключений должны вноситься изменения с обязательной проработкой этих изменений оперативным персоналом, производящим переключения.

На типовом бланке должно быть указано, для каких присоединений, какого задания и при какой схеме этот бланк действителен. Типовой бланк переключений имеет двойной номер: в числителе номер типового бланка, а в знаменателе – порядковый номер. Перед подписями лица, производящего переключения, и лица, контролирующего переключения, в типовом бланке однократного и многократного использования делается запись: “Задание по данному типовому бланку переключений в указанной последовательности по состоянию схемы может быть выполнено”. Типовые бланки и типовые программы переключений оформляются примерно следующим образом.

Утверждаю  
Главный инженер предприятия  
электрических сетей

\_\_\_\_\_ (подпись)  
“ \_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 200\_\_ г.

Типовой бланк переключений № 5/...  
Подстанция 110 кВ “Южная”

Схема: (описание схемы подстанции)

Задание: отключить Т - 1

Последовательность операций при переключении

1. Операция 1
2. Операция 2
3. ...

Начальник службы подстанций  
предприятия электрических сетей

\_\_\_\_\_ (подпись)

Начальник СРЗА

\_\_\_\_\_ (подпись)

Задание по данному типовому бланку переключений в указанной последовательности по состоянию схемы может быть выполнено.

Лицо, производящее операции

(подпись)

Лицо, контролирующее операции

(подпись)

Начало операций

Конец операций

\_\_\_\_\_  
(дата)

Утверждаю  
Главный диспетчер ОДУ

\_\_\_\_\_ (подпись)  
“ \_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 200\_\_ г

Типовая программа переключений № 5/...  
по выводу в ремонт ВЛ 330 кВ “Южная” – “Северная”  
при нормальных схемах подстанций “Южная” и “Северная”

Последовательность операций при переключении

1. Операция 1
2. Операция 2
- 3...

Начальник диспетчерской службы ОДУ  
\_\_\_\_\_ (подпись)

Начальник СРЗА ОДУ  
\_\_\_\_\_ (подпись)

Задание по данной типовой программе переключений в указанной последовательности по состоянию схемы может быть выполнено.

Дежурный диспетчер ОДУ

(подпись)

Начало операций

Конец операций

\_\_\_\_\_  
(дата)

Бланк переключений должен заполняться чернилами или шариковой ручкой. Исправления в тексте бланка не допускаются.

Бланки переключений (обычные и типовые) являются отчетными документами и должны находиться под строгим учетом. Бланки выдаются оперативному персоналу, который обязан:

- передавать по смене незаполненные и типовые бланки переключений с записью их количества в оперативном или специальном журнале;

- нумеровать бланки переключений по порядку их использования с указанием при сдаче смены номера последнего заполненного бланка;

- хранить использованные бланки переключений по порядку номеров.

Использованный бланк должен быть перечеркнут. Если при заполнении бланк испорчен или заполненный бланк по каким-то причинам не был использован, то на бланке делается соответствующая надпись лицом, заполнявшим бланк: “Бланк испорчен” или “Операции не производились”, и этот бланк хранится вместе с использованными бланками. Использованные бланки хранятся не менее одного месяца.

Допускается применение типовых бланков переключений для многократного использования. В таком бланке свободная правая часть листа разбивается на строки (по числу операций) и столбцы (по числу номеров переключений). Количество столбцов соответствует возможному числу раз использования бланка. В столбцах записывается очередной номер бланка, дата и время начала и окончания операций, подписи лица, проводящего операции, а также контролирующего лица. При каждом переключении в бланке многократного использования делается такая же запись, как и в бланке однократного использования: “Задание по данному типовому бланку переключений в указанной последовательности по состоянию схемы может быть выполнено”.

Обычный бланк переключений заполняется лицом, получившим распоряжение о производстве переключения. Бланк подписывается лицом, проводящим операции, а также контролирующим лицом.

При выполнении переключений одним лицом контролирующим является тот, кто отдал распоряжение, и в бланк вносится его фамилия.

Порядок производства операций по бланку переключений на электроустановках с постоянным дежурством персонала следующий:

- лицо, получившее распоряжение о переключении, обязано повторить его лицу, отдавшему распоряжение, и записать задание в оперативный журнал, установить по оперативной мнемонической схеме или схеме-макете порядок предстоящих операций, включая операции в цепях РЗА, составить бланк переключений или использовать типовой;

- оба лица, участвующие в переключении, должны проверить по оперативной схеме или схеме-макете правильность и последовательность записанных в бланке операций и соответствие операций в цепях РЗА;

- если у обоих лиц, проводящих переключения, сомнений по назначенному порядку операций не возникает, оба они подписывают бланк и приступают к выполнению задания;

- лицо, контролирующее правильность производства операций, зачитывает лицу, производящему переключения, очередную операцию бланка переключений;

- лицо, производящее переключения, повторяет предстоящую операцию, после чего ее выполняет;

- контролирующее лицо отмечает в бланке переключений выполнение операции, после чего зачитывает следующую операцию из бланка переключений;

- после выполнения всех операций контролирующее лицо сообщает о выполнении задания лицу, выдавшему задание, делает запись в оперативном журнале с указанием номера бланка переключений и внесенных изменений в цепях РЗА, вносит изменения в состояние коммутационных аппаратов на оперативной схеме или схеме-макете.

При выполнении сложных переключений допускается привлекать к выполнению операций в схемах релейной защиты и автоматики третье лицо из числа работников службы релейной защиты и автоматики, закрепленных за этими устройствами и осуществляющих их техническое обслуживание. Привлеченный к переключениям работник должен проверить правильность и очередность операций в бланке переключений, подписать бланк переключений и выполнить операции в цепях РЗА по распоряжению дежурного, выполняющего переключения в схеме первичных соединений. Распоряжения и сообщения при этом могут передаваться с помощью

средств связи. На каждом предприятии, энергообъекте главным инженером должен быть утвержден перечень переключений, при производстве которых должен присутствовать работник службы РЗА.

На электростанциях и подстанциях с постоянным дежурным персоналом исполнителю переключений, как правило, должно выдаваться не более одного задания на переключения.

На электроустановках без постоянного дежурного персонала переключения производятся оперативно-выездными бригадами (ОВБ), которым в течение смены приходится выполнять большое количество заданий по переключениям. В целях экономии времени, рационального использования автотранспорта число заданий ОВБ по производству переключений не ограничивается. Лицо, выдавшее задания на переключения, должно установить очередность их выполнения. После выполнения очередного задания исполнитель должен доложить об этом по связи лицу, отдавшему распоряжение и получить разрешение на производство переключений по следующему заданию.

Если какие-либо задания по переключениям должны выполняться ОВБ по бланкам переключений, то на каждое задание выдается отдельный бланк.

В одном задании и в одном бланке переключений не допускается совмещения операций с коммутационными аппаратами с операциями включения заземляющих ножей, а также с операциями по установке заземлений. Эти операции входят в работу по подготовке рабочего места.

Установка до двух заземляющих закороток или включение до двух заземляющих ножей производится по заданию без бланка переключений. При этом обязательно следует проверить отключенное положение коммутационных аппаратов и сделать соответствующую запись в оперативный журнал. На установку (снятие) на одном присоединении трех или более заземлений оформляется бланк переключений. Количество и места включения заземляющих ножей или места установки заземляющих закороток при выводе оборудования в ремонт определяются правилами техники безопасности и нарядом.

В программе переключений разрешается совмещение операций с коммутационными аппаратами с операциями по включению заземляющих ножей, установке заземлений, поскольку все операции производятся под руководством диспетчера с пооперационными



распоряжениями на выполнение последующей операции после доклада о выполнении предыдущей.

### **2.3. Переключения при ликвидации аварий**

При переключениях, связанных с ликвидацией аварий, должны в полном объеме соблюдаться требования правил техники безопасности.

При аварийном исчезновении напряжения на электроустановках оперативный персонал должен быть готов к его появлению без предупреждения. Это объясняется тем, что в результате неправильных действий релейной защиты могут отключаться неповрежденные линии, а после включения этих линий напряжение вновь будет подано на подстанции, получающие питание от отключившейся неповрежденной линии. Поэтому такие подстанции следует считать подстанциями, находящимися под напряжением. Кроме того, по местным инструкциям дежурный персонал после неуспешного действия АПВ может вручную подавать напряжение на отключенную линию, и если такое мероприятие окажется успешным, то на подстанцию будет подано напряжение.

При ликвидации аварий допускается выдача распоряжений на несколько операций с несколькими элементами оборудования объекта одновременно. Ответственность за правильность выполнения переключений несет лицо, получившее распоряжение. При ликвидации аварий не требуется заполнять бланки переключений. Выполненные операции с указанием времени их выполнения записываются в оперативный журнал после устранения аварии.

### **2.4. Производство оперативных переключений на объектах с разной формой дежурства и обслуживаемых оперативно-выездными бригадами**

Объекты энергосистемы могут быть с постоянным дежурным персоналом (наиболее ответственные), с дежурством на дому и обслуживаемые ОВБ. Организация оперативных переключений на объектах с разной формой обслуживания характеризуется данными табл. 2.1 [2].

Т а б л и ц а 2.1

**Производство оперативных переключений  
на объектах ОЭС Беларуси**

№ п/п	Вид оперативных переключений		Количество лиц, производящих переключения в зависимости от вида обслуживания			
	По производственной необходимости	По сложности	С постоянным дежурством		ОВБ	Дежурство на дому
				в смене 1 чел.		
1	Плановые	Сложные	(2)	(2)	(2)	(2)
		Несложные	(2)	(2)	(2)	(2)
		Простейшие	2 – 1	1	2	1
2	Внеплановые	Сложные	(2)	(2)	(2)	(2)
		Несложные	(2)	(1)	(2)	(1)
		Простейшие	2 – 1	1	2	1
3	Аварийные	Сложные	2	1	2	1
		Несложные	2 – 1	1	2	1
		Простейшие	2 – 1	1	2	1

В табл. 2.1 цифрами указано количество лиц, участвующих в переключениях, а скобки обозначают переключения, которые должны выполняться по бланкам переключений.

При выполнении сложных и больших по объему плановых переключений кроме лиц выполняющих переключения, должны присутствовать начальник электроцеха электростанции или его заместитель, на подстанциях – начальник подстанции или замещающее его лицо. Эти лица осуществляют общий контроль за ходом переключений и могут участвовать в переключениях в качестве контролирующего лица. В этом случае они включаются в бланк переключений.

В случаях, когда оперативные переключения должны выполняться двумя лицами (см. табл. 2.1), а постоянный дежурный на объекте один или дежурство осуществляется на дому, то для производства переключений в качестве контролирующего лица должен привлекаться работник, назначенный руководством предприятия. Он должен прибыть до начала переключений, проверить бланк переключений, ознакомиться со схемой и режимом работы оборудования, т.е. участвовать в подготовке к переключениям.

Все оперативные переключения, выполняемые персоналом ОВБ, осуществляют два человека.

## **2.5. Действия с оперативной блокировкой при производстве оперативных переключений**

Оперативные блокировки представляют собой устройства, препятствующие неправильным действиям персонала при производстве оперативных переключений в электроустановках. Оперативными блокировками оснащаются коммутационные аппараты и заземляющие ножи стационарных защитных заземлений.

Блокировка разъединителей и выключателей предотвращает включение и отключение разъединителей при включенном состоянии выключателя, когда через разъединители протекают большие токи.

Блокировка стационарных защитных заземлений не допускает включения заземляющих ножей на шины и участки присоединений, находящихся под напряжением, включения разъединителей (возможности подачи напряжения) на шины и на присоединения, заземленные с помощью заземляющих ножей, подачи напряжения выключателем на заземленные с помощью заземляющих ножей участки шин.

При выполнении оперативных переключений в электроустановке все блокировки должны быть исправны и находиться в работе, замки на блокировочных устройствах должны быть опломбированы, а контрольные отверстия на ключах залиты сургучом и опломбированы.

Если при производстве оперативных переключений из-за действия блокировки не удастся выполнить операцию, то проверкой необходимо убедиться в:

- правильности выбранного присоединения;
- целостности предохранителей или цепей блокировки, включении автоматов питания цепей блокировки, исправности электромагнитного ключа блокировочного устройства;
- том, что положение других коммутационных аппаратов, связанных с производимым переключением, должно разрешить переключение;
- исправности механической части привода коммутационного аппарата.

Если проведенной проверкой будет установлено, что имеются все условия для проведения переключения, а блокировка, несмотря на это, не позволяет выполнить переключение, то об этом необхо-

димо сообщить диспетчеру, отдавшему распоряжение о переключении, и руководству объекта, имеющему право на деблокировку.

Деблокирование является крайней мерой и допускается только с разрешения начальника электроцеха на электростанциях, начальника подстанции, службы подстанций, начальника или главного инженера РЭС, главного инженера предприятия электрических сетей и выполняется под их непосредственным руководством.

Самостоятельно осуществить принудительную деблокировку местному оперативному персоналу запрещается.

Лица, разрешающие производить деблокирование и руководящие деблокированием, устанавливаются письменным указанием по предприятию.

Если оперативное переключение выполнялось без бланка переключений и возникла необходимость проведения деблокировки, то составляется бланк переключений с внесением в него операций по деблокированию.

При ликвидации аварий разрешение на деблокировку может дать и вышестоящий оперативный дежурный.

О деблокировании и разрешении на продолжение оперативных переключений делается запись в оперативном журнале объекта. О неисправности блокировки делается запись в журнале дефектов оборудования.

## **2.6. Операции с основными коммутационными аппаратами**

Важнейшими коммутационными аппаратами в электроустановках являются выключатели. Выключатели служат для включения и отключения участков электрических цепей, находящихся под нагрузкой, а также для их автоматического отключения по команде релейной защиты при повреждениях.

Отключение и включение всех присоединений (линий, трансформаторов, генераторов и т.д.), имеющих в своей электрической цепи выключатель, производится выключателем. Управление работой выключателя (отключить, включить) осуществляется, как правило, дистанционно. Для включения или отключения выключателя нужно на щите управления нажать соответствующую кнопку “Включить” или “Отключить” до момента срабатывания сигнализа-

ции (загорание сигнальной лампы, окончание мигания сигнальной лампы в ключе управления).

Воздушный выключатель отключать кнопкой местного пневматического управления допускается только при ликвидации аварии и при возникновении опасности для жизни людей, если дистанционное управление не сработало.

Если произошел отказ в работе дистанционного управления, то во всех случаях запрещается производить включение воздушного выключателя кнопкой местного управления в агрегатном шкафу.

Включение и отключение воздушного выключателя при его опробовании должно выполняться дистанционно. При этом запрещается находиться ближе 100 м от выключателя.

Запрещается проводить плановые операции воздушными выключателями при температуре  $-20^{\circ}\text{C}$  и ниже. При указанной температуре окружающего воздуха производить операции с воздушными выключателями диспетчер может разрешить только при ликвидации аварий и угрозе для жизни людей.

В момент включения выключателя необходимо следить за показаниями измерительных приборов. При резком броске тока и одновременном снижении напряжения (указание на наличие в цепи короткого замыкания) следует немедленно отключить выключатель, не дожидаясь действия релейной защиты, поскольку при неисправности релейной защиты по цепи будет протекать ток короткого замыкания. После отключения выключателя обязательна проверка его отключенного положения, если после этого предстоят операции с разъединителями или отделителями.

Положение выключателя на месте его установки осуществляется пофазно:

- по механическому указателю на выключателе;
- по положению рабочих контактов у выключателей с видимым разрывом цепей тока;
- по показанию воздушного манометра у воздушных выключателей.

Проверка положения выключателя по сигнальным лампам и по измерительным приборам допускается только в следующих случаях:

- после отключения выключателя присоединения, если не производятся операции с разъединителями или эти операции производятся дистанционно;

- при включении присоединений под нагрузку (линий, трансформаторов, генераторов и т.д.);

- при подаче и снятии напряжения с шин.

Оперативный ток с отключенного выключателя снимается:

- при выводе выключателя в ремонт или при выполнении работ во вторичных цепях управления и защиты;

- с шиносоединительного выключателя - при переводе присоединений с одной системы шин на другую;

- перед операциями с разъединителями, если управление выключателем находится не на щите управления электрической станцией или подстанцией, а на рабочем месте неэлектротехнического персонала, например, в случае управления выключателями электродвигателей собственных нужд электростанций.

Оперативный ток в цепях привода выключателей снимается автоматическими выключателями и предохранителями.

Разъединители – коммутационные аппараты, служащие для создания видимого разрыва между ремонтируемым оборудованием, не находящимся под напряжением, и оборудованием, находящимся под напряжением. Разъединители не имеют дугогасящих камер, как выключатели и поэтому коммутационные операции с ними осуществляются в обесточенных цепях (после действия выключателя) или при протекании только небольших токов.

Отделители – коммутационные аппараты, выполненные на базе разъединителей. Их назначение такое же, как и разъединителей. Отделители оснащаются быстродействующим автоматическим приводом, с помощью которого производится быстрое размыкание цепи, например, в бестоковую паузу при действии (автоматического повторного включения).

ПТЭ разрешают отключение и включение отделителями, разъединителями, разъемными контактами КРУ (КРУН):

- нейтралей силовых трансформаторов 110 – 220 кВ;

- заземляющих дугогасящих реакторов 6 – 35 кВ при отсутствии замыкания на землю;

- тока замыкания на землю в сетях с изолированной нейтралью;

- намагничивающего тока холостого хода трансформаторов;

- зарядного тока шин и оборудования всех напряжений, исключая конденсаторные батареи.

Допускается отключение разъединителями наружной установки нагрузочных токов до 15 А при напряжении 10 кВ и ниже. В этом случае разъединители применяются как секционирующие устройства сети.

В кольцевых сетях 6 – 10 кВ разрешается отключение разъединителями уравнильных токов до 70 А и замыкание в кольцо сети при разности напряжений на разомкнутых контактах разъединителя не более 5%.

Допустимые значения отключаемых токов разъединителями, порядок и условия выполнения операций разъединителями определяются на основе нормативно-технических документов и указаний, проведенных опытов (исследований), накопленного эксплуатационного опыта и регламентируются местными инструкциями, утвержденными главным инженером станции, предприятия сетей.

При отключении разъединителями тока холостого хода трансформаторов следует учитывать, что этот ток зависит от напряжения, поданного на трансформатор, и положения переключателя регулировочных ответвлений трансформатора. Считается, что при превышении рабочего напряжения на трансформаторе на 5% напряжения установленного регулировочного ответвления ток холостого хода трансформатора (из-за явления перевозбуждения) увеличивается примерно в 1,5 раза. Поэтому перед отключением разъединителем тока холостого хода трансформатора следует с помощью устройства РПН привести в соответствие напряжение регулировочного ответвления напряжению, поданному на трансформатор, или перевести трансформатор в режим недовозбуждения, когда напряжение регулировочного ответвления будет превышать напряжение на трансформаторе.

Если на присоединениях 35 – 220 кВ имеются последовательно включенные отделители и разъединители, то отключение намагничивающих токов трансформаторов и зарядных токов линий следует выполнять дистанционно отделителями, а включение - разъединителями при включенных отделителях.

Отключение и включение намагничивающего тока трансформаторов 110 – 220 кВ должно производиться при заземленной нейтрали трансформатора. Это объясняется тем, что глухое заземление нейтрали облегчает процесс отключения и включения тока намагничивания по условиям гашения возникающей дуги (менее интенсивна) и по условиям возникающих перенапряжений. Так, установлено, что

перенапряжения при отключении намагничивающего тока трансформатора с изолированной нейтралью составляют  $2,1U_{\phi}$ , а с глухозаземленной -  $1,8U_{\phi}$ .

При отключении ненагруженных трансформаторов однополюсными разъединителями первой отключается фаза *B*, затем поочередно другие. При включении вначале включаются фазы (*A*, *C*) и *B* или (*C*, *A*) и *B*.

Перед выполнением операций разъединители и отделители следует тщательно осмотреть в целях выявления возможных дефектов и повреждений (трещины на изоляции, лед на контактах, механические повреждения и т.д.). В случае обнаружения дефектов дежурный должен сообщить об этом диспетчеру, отдавшему распоряжение о проведении операций. При обнаружении дефектных изоляторов операции с разъединителями и отделителями под напряжением могут выполняться только с разрешения главного инженера предприятия сетей, электростанции.

Перед выполнением операций с разъединителем, чтобы не попасть под шаговое напряжение в случае поломки или перекрытия изоляторов, контролирующее лицо должно удалиться на безопасное расстояние и дать команду на проведение операции, наблюдая за состоянием изоляторов и шлейфов, чтобы при необходимости предупредить лицо, проводящее операцию, о возникшей опасности. Все операции с разъединителями и отделителями должны производиться в диэлектрических перчатках и ботах.

Включение разъединителей должно выполняться быстро и решительно, но без ударов в конце хода. Операцию по включению разъединителя нельзя прерывать в любом случае и даже при появлении электрической дуги между контактами в момент включения.

При включении ненагруженных линий и трансформаторов из-за протекания токов холостого хода в момент замыкания контактов разъединителя между ними возникает электрическая дуга, которая при быстром перемещении подвижных контактов разъединителя исчезает. При замедленном перемещении контактов возникшая дуга ионизирует пространство вокруг разъединителя, что может привести к дуговым междуфазным замыканиям и замыканиям на землю, особенно при выполнении переключений в закрытых распределительных устройствах.



Отключение разъединителей должно выполняться медленно и осторожно. Если при расхождении контактов возникает дуга, то разъединитель необходимо включить обратно и операции с ним не производить до выяснения причины. Исключения составляют операции по отключению намагничивающих токов трансформаторов, зарядных токов линий. Отключение разъединителей в этих случаях следует проводить быстро, чтобы обеспечить гашение дуги. Проводящий операции в этих случаях должен находиться под защитным козырьком.

Запрещается проводить операции с разъединителями и отделителями при температуре наружного воздуха  $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$  и ниже. Операции при таких условиях могут быть разрешены диспетчером только в случае крайней необходимости (предотвращение и ликвидация аварий, опасность для людей, опасность повреждения оборудования).

Перед производством операций с разъединителями на ключи управления выключателем вывешивается плакат “Не включать”.

## **2.7. Последовательность производства часто встречающихся переключений**

### *2.7.1. Включение и отключение воздушных и кабельных линий электропередачи*

При включении линии необходимо соблюдать следующий порядок производства операций с коммутационными аппаратами:

- осмотреть присоединение и проверить отключенное положение выключателя;
- включить шинные разъединители (ШР) (рис. 2.1) и проверить их включенное положение;
- включить линейные разъединители (ЛР) и проверить их включенное положение;
- включить оперативный ток выключателя В (если он был снят);
- включить линейный выключатель В и проверить по приборам наличие нагрузки или напряжения на присоединении.

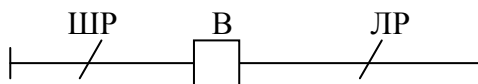


Рис. 2.1. Схема присоединения линии электропередачи

При включении линии операции с разъединителями нужно выполнять, начиная с шинного. При этом даже если выключатель из-за ошибки будет включен, то электрическая цепь «шины – линия» останется разомкнутой, поскольку линейный разъединитель отключен. Если включить шинный разъединитель при ошибочно включенном выключателе линии и предварительно включенном линейном разъединителе, то может произойти тяжелая авария на шинах распределительного устройства с погашением шин.

Отключение линии необходимо выполнять в следующем порядке:

- отключить линейный выключатель В и проверить его отключенное положение;
- снять оперативный ток с привода выключателя (по необходимости);
- отключить линейные разъединители и проверить их отключенное положение;
- отключить шинные разъединители и проверить их отключенное положение.

При отключении линии операции с разъединителями нужно выполнять начиная с линейного. В этом случае, если выключатель линии оказался включенным, возникшая дуга короткого замыкания погасится автоматическим отключением выключателя. Отключение первым шинного разъединителя при включенном выключателе и линейном разъединителе может привести к тяжелой аварии на шинах распределительного устройства с погашением потребителей.

При отключении тупиковых линий электропередачи первым отключается выключатель со стороны нагрузки, вторым – выключатель со стороны питания линии. Включение линии осуществляется в обратном порядке.

Порядок выполнения операций по включению и отключению транзитных линий электропередачи зависит от оперативной подведомственности ее диспетчерским службам подразделений энергосистемы и регламентируется инструкцией соответствующему диспетчеру.

### *2.7.2. Включение и отключение двухобмоточных трансформаторов*

Трансформаторы включаются со стороны питания, а отключаются со стороны нагрузки.

Включение повышающего двухобмоточного трансформатора (для этого случая и далее указываются только операции по коммутации) производится в следующем порядке:

- включить шинные разъединители ШР1 со стороны низшего напряжения (рис. 2.2);
- включить шинные разъединители ШР2 со стороны высшего напряжения;
- включить выключатель низшего напряжения (В1);
- включить выключатель высшего напряжения (В2).

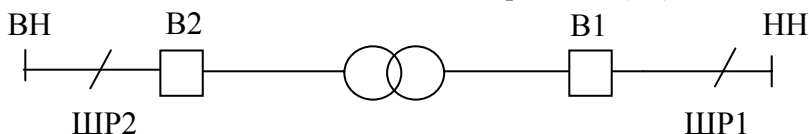


Рис. 2.2. Схема присоединения двухобмоточного трансформатора

Отключение повышающего двухобмоточного трансформатора производится в следующем порядке:

- отключается выключатель В2 (см. рис. 2.2) со стороны высшего напряжения (со стороны нагрузки);
- отключается выключатель В1 со стороны низшего напряжения (со стороны питания);
- отключается шинный разъединитель ШР2;
- отключается шинный разъединитель ШР1.

Включение понижающего двухобмоточного трансформатора производится в следующем порядке:

- включается шинный разъединитель ШР2;
- включается шинный разъединитель ШР1;
- включается выключатель В2;
- включается выключатель В1.

Отключение понижающего двухобмоточного трансформатора производится в следующем порядке:

- отключается выключатель В1;
- отключается выключатель В2;
- отключается шинный разъединитель ШР1;
- отключается шинный разъединитель ШР2.

### 2.7.3. Включение и отключение трехобмоточных трансформаторов

Включение трехобмоточного трансформатора производится в следующем порядке:

- включить шинные разъединители на соответствующую систему шин и трансформаторные разъединители со стороны высшего напряжения (ШР1 и ТР1, рис. 2.3);

- включить шинные разъединители на соответствующую систему шин и трансформаторные разъединители со стороны среднего напряжения (ШР2 и ТР2);

- включить шинные разъединители на соответствующую систему шин и трансформаторные разъединители со стороны низшего напряжения (ШР3 и ТР3);

- включить выключатель В1 на стороне высшего напряжения, выключатель В2 на стороне среднего напряжения и выключатель В3 на стороне низшего напряжения.

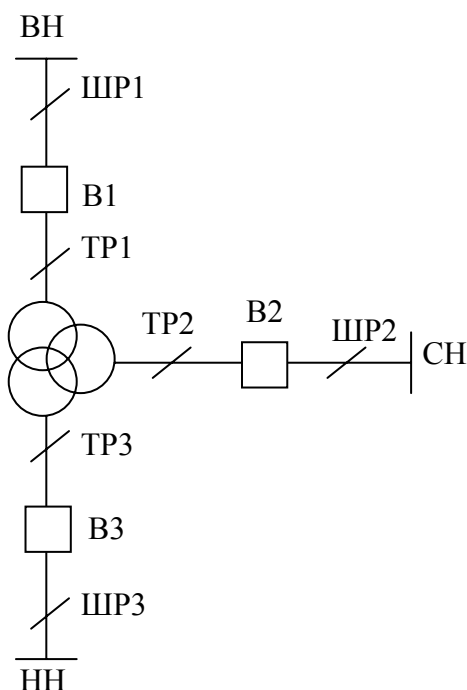


Рис. 2.3. Схема присоединения трехобмоточного трансформатора

Отключение [2] трехобмоточного трансформатора производится в следующем порядке:

- отключить поочередно выключатели В3, В2 и В1;
- отключить трансформаторные и шинные разъединители со стороны низшего напряжения (ТР3 и ШР3);
- отключить трансформаторные и шинные разъединители со стороны среднего напряжения (ТР2 и ШР2);
- отключить трансформаторные и шинные разъединители со стороны высшего напряжения (ТР1 и ШР1).

Отключение шинных разъединителей производится по необходимости.

Порядок включения и отключения трансформаторов (автотрансформаторов) связи зависит от схемы подстанции, направления потоков мощности и определяется в инструкции диспетчера, в оперативном ведении которого находится данная подстанция.

*2.7.4. Перевод всех присоединений с одной системы шин на другую (резервную) при наличии шинносоединительного выключателя (ШСВ) и отсутствии напряжения на резервной системе шин.*

Предположим, что все присоединения подключены к системе шин I (рис. 2.4) с помощью шинных разъединителей (ШР1), система шин II отключена (без напряжения), шинносоединительный выключатель (ШСВ) отключен, шинные разъединители (ШР2) присоединений отключены.

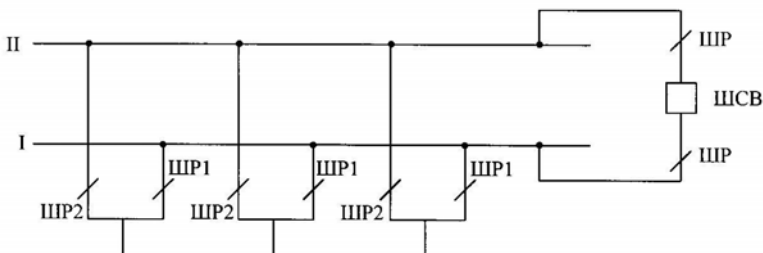


Рис. 2.4. Перевод присоединений с одной системы шин на другую с помощью шинносоединительного выключателя

Перевод присоединений с системы шин I на систему шин II выполняется в следующем порядке:

- включается на ШСВ защита с мгновенным действием на отключение;
- проверяется готовность системы шин II к подаче напряжения (положение заземляющих ножей, отсутствие переносных заземлений, отключенное положение шинных разъединителей присоединений, отсутствие механических повреждений);
- включаются ШР шиносоединительного выключателя (если были отключены);
- включается шиносоединительный выключатель (напряжение подается на систему шин II);
- отключается защита ШСВ;
- включаются ШР2 присоединений на систему шин II;
- отключаются ШР1 присоединений;
- отключается шиносоединительный выключатель.

### 2.7.5. Перевод всех присоединений с одной системы шин на другую (резервную) при отсутствии шиносоединительного выключателя

Предположим, что все присоединения подключены к системе шин I (рис. 2.5) с помощью шинных разъединителей (ШР1), система шин II отключена (без напряжения), шинные разъединители (ШР2) присоединений отключены.

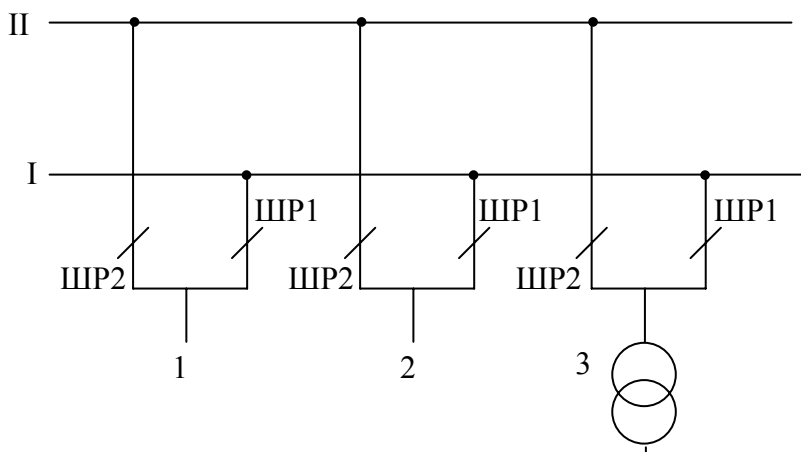


Рис. 2.5. Перевод присоединений с одной системы шин на другую с помощью разъединителей присоединений

Перевод присоединений с системы шин I на систему шин II производится следующим образом:

- после тщательного осмотра и проверки мегомметром изоляции системы шин II включением шинного разъединителя 2 (ШР2) наиболее мощного присоединения, например, питающего трансформатора (присоединение 3 на рис. 2.5) подается напряжение на систему шин II;

- все другие присоединения переводятся на систему шин последовательным включением разъединителей ШР2 и отключением разъединителей ШР1;

- последним (после перевода всех присоединений на систему шин II) отключается ШР1 наиболее мощного присоединения, ШР2 которого первым был подключен к системе шин I.

Таким способом допускается перевод только всех присоединений с одной системы шин на другую.

Переключения по переводу присоединений с одной системы шин на другую содержат большое количество операций и требуют особой внимательности дежурного персонала, чтобы ошибочно не включить разъединители присоединений, находящихся в ремонте или резерве. Следует выполнить все операции по обеспечению действия релейной защиты. Если напряжение на разных системах шин несинхронно (отличается по величине и фазе) и отсутствует шиносоединительный выключатель с помощью которого можно произвести синхронизацию, то перевод присоединений без их отключения запрещается.

При отключении присоединений на подстанциях с полуторной схемой присоединений (рис. 2.6) рекомендуется первым отключать общий выключатель переключки В, а затем выключатель подключения присоединения к шинам, например В1, если отключается присоединение 1. При включении присоединения следует поступать наоборот: первым включать выключатель В1, а вторым – выключатель В. При переключениях нужно следить, чтобы между системами шин сохранялось в работе не менее двух переключек.

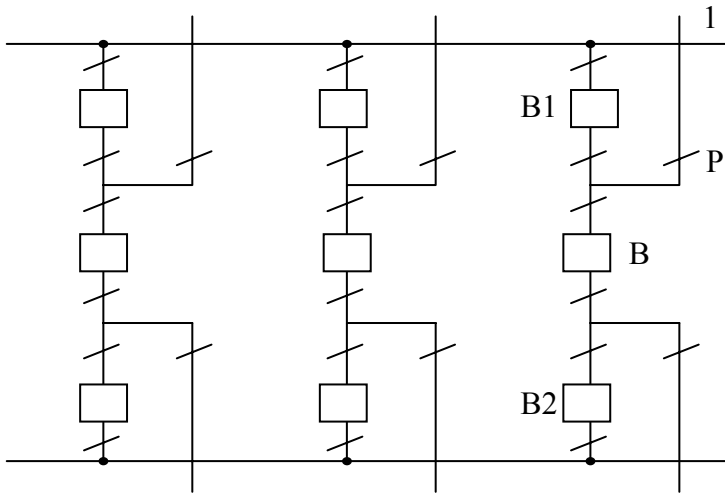


Рис. 2.6. Полуторная схема распределительного устройства

Указанный порядок отключения и включения выключателей повышает надежность переключений. Так, если первым будет отключаться выключатель В1, а не В (см. рис. 2.6) и он окажется неисправным, то на шинах распределительного устройства может возникнуть короткое замыкание, которое приведет к отключению ряда присоединений. Если короткое замыкание возникнет при отключении первым выключателя В, то ток короткого замыкания отключается выключателями В1 и В2, и обе системы шин останутся в работе.

При выполнении переключений в схемах распределительных устройств “четырёхугольник”, “треугольник” и “полуторных” (см. рис. 2.6) после отключения разъединителя присоединения (для полуторной схемы Р, см. рис. 2.6) выключатели вновь включаются в работу. Этим повышается надежность работы распределительного устройства.

Следует отметить, что для повышения надежности работы и сокращения числа операций при производстве переключений на всех подстанциях, имеющих обходной и шиносоединительный выключатели, обходной выключатель, находясь в резерве, должен быть включен на обходную и одну рабочую систему шин с введенной защитой одного из присоединений.



## **2.8. Руководство отключениями для ремонта линий электропередачи и вводом их после ремонта, выдача разрешений на производство работ**

Как уже отмечалось, наличие разрешенной заявки не дает право оперативному персоналу производить переключения без распоряжения или разрешения диспетчера.

К моменту выполнения переключений могут произойти непредвиденные изменения в схеме сети и в режимах работы различного оборудования, при которых запланированные переключения производить нельзя. Поэтому отключение линии производится только после запроса на отключение со стороны оперативного лица, ответственного за производство работ.

Получив запрос на отключение, диспетчер должен определить, не вызовут ли предстоящие переключения опасности для людей, возникновения аварийных режимов, погашения потребителей, недопустимого снижения качества электрической энергии, надежности электроснабжения и т.п. Если при переключениях возможны перечисленные последствия, то переключения должны быть отменены с уведомлением начальника диспетчерской службы. Перед началом переключений диспетчер должен уведомить персонал электрических станций, подстанций, диспетчерских служб о возможных значительных изменениях режима работы оборудования (возникновении перегрузок, снижении напряжения и т.п.) и разъяснить цель и последствия производимых переключений.

Линия электропередачи отключается выключателями и разъединителями и заземляется. Заземление осуществляется со всех сторон, откуда может быть подано напряжение. Первыми включаются заземляющие ножи, а затем устанавливаются переносные заземления. При разземлении линий первыми снимаются переносные заземления, а затем отключаются заземляющие ножи.

К работам на линии относятся работы на линейном, обходном разъединителях и другом оборудовании подстанции в сторону линии от этих разъединителей (для выполнения работ на упомянутом оборудовании требуется разрешение диспетчера). Работа на оборудовании за линейным и обходным разъединителем в сторону подстанции относится к работам на подстанционном оборудовании, и для производства на них работ разрешение диспетчера не требу-

ется, допуск к работам в этом случае производит дежурный подстанции. При одновременной работе на линии и на обходном или линейном разъединителях должны быть отключены все ближайшие разъединители в сторону подстанции. После отключения разъединителей на их приводах вывешиваются плакаты [2] “Не включать! Работа на линии”, в том числе на приводе обходного разъединителя, даже если на обходной системе шин в данный момент нет напряжения. Плакаты “Не включать! Работа на линии” вывешиваются и снимаются только по распоряжению диспетчера с записью в оперативный журнал диспетчера и объекта.

После отключения линейных разъединителей на мнемосхеме диспетчерского щита на отключенной линии вывешивается плакат (включается сигнализация) “Отключен линейный разъединитель”, а после включения заземляющих ножей – “Заземлено”. По числу допущенных бригад вывешиваются плакаты “Не включать! Работа на линии”.

Производя отключение линии в ремонт, диспетчер дает разрешение на производство работ и допуск бригад на линию.

Принимая линию, диспетчер делает запись в оперативном журнале, руководит оперативными переключениями и по мере сдачи снимает с мнемосхемы соответствующие плакаты с записью в оперативном журнале.

## **2.9. Особенности организации ремонтных работ на линиях электропередачи 220 – 750 кВ под напряжением**

Ряд ремонтных работ на линиях электропередачи 220 – 750 кВ с горизонтальным расположением фаз, связанных с подъемом к проводам и гирляндам изоляторов, могут выполняться под напряжением, т.е. без отключения линии. К таким работам относятся:

- замена поддерживающих гирлянд изоляторов;
- замена отдельных изоляторов в гирлянде;
- замена и ремонт сцепной арматуры, зажимов, виброгасителей;
- замена и ремонт дистанционных распорок между проводами фазы линии;
- снятие набросов с проводов.

Технология выполнения работ на линиях электропередачи достаточно подробно описана в литературе, например в [6].

Выполнение работ на линии без ее отключения позволяет не снижать надежность и экономичность режимов работы электрической сети.

Работы под напряжением могут проводиться при температуре от  $-20^{\circ}\text{C}$  до  $+40^{\circ}\text{C}$ , относительной влажности воздуха не более 90% и скорости ветра не более 10 м/с.

При неблагоприятных погодных условиях (дождь, туман, снег, иней, гололед, приближение грозы) правила техники безопасности запрещают производить работы под напряжением. Работы, связанные с ремонтом гирлянды изоляторов и сцепной арматуры разрешается проводить, если число исправных изоляторов в гирлянде составляет не менее 75% для линий 220 и 330 кВ и не менее 80% для линий 500 и 750 кВ. Перед началом работ состояние стеклянных гирлянд проверяется визуально, а фарфоровых линий – с помощью измерительной штанги.

Специальные режимные мероприятия по снижению нагрузки и рабочего напряжения перед началом работ проводить не требуется, но все защиты линии, включая АПВ, должны быть исправны и задействованы на весь период работ. Если работы выполняются в пролете линии, где происходит пересечение с другой линией, то перед началом работ следует проверить расстояния между проводами пересекающихся линий с учетом габаритов используемой техники. Если фактические расстояния между проводами пересекающихся линий меньше допустимых по ПУЭ, то пересекаемую линию до начала работ следует отключить и заземлить.

Работы под напряжением проводятся по наряду-допуску. Выдающий наряд назначает руководителя работ, производителя работ, членов бригады, определяет место, содержание и время работ, меры по подготовке рабочего места, обеспечивающие безопасность производства работ.

Работа под напряжением должна проводиться с разрешения диспетчера, о разрешении делается запись в оперативном журнале. На мнемосхеме сети на этой линии вывешиваются плакаты (зажигаются плакаты-символы) “Работы под напряжением”. По распоряжению диспетчера на время работ на ключах управления выключателей ремонтируемой линии вывешиваются плакаты “Работа под напряжением – повторно не включать”. В случае автоматического отключения линии во время выполнения работ под напряжением повторное ее включение производится только после согласования с руководителем работ.

Если во время производства работ произошло замыкание из-за неправильных действий ремонтного персонала, то все работы должны быть прекращены и руководитель работ должен доложить об этом диспетчеру с указанием причины отключения линии и возможности ее повторного включения. Для продолжения работ в этом случае необходимо вновь получить разрешение.

Руководитель работ совмещает обязанности допускающего и осуществляет непрерывное наблюдение за проведением работ бригадой. Руководитель получает разрешение диспетчера на производство работ, обеспечивает подготовку рабочего места, инструктирует бригаду при допуске, отвечает за достаточность и правильность выполнения мер безопасности. При проведении работ между производителем работ и диспетчером должна поддерживаться двусторонняя связь, при ее нарушении работы под напряжением должны быть прекращены. Ежедневно и по окончании работ, предусмотренных в заявке, руководитель должен сообщать об этом диспетчеру, в управлении которого находится ремонтируемая линия.

## **КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ**

1. Каковы цели и задачи оперативного управления в энергосистемах?
2. Назовите основные свойства энергетических систем, определяющие требования к системе оперативного управления.
3. Каковы основные принципы организации диспетчерского управления?
4. Какова структура диспетчерского управления?
5. Как закрепляется оборудование энергосистем в оперативном отношении?
6. В чем сущность терминов “оперативные руководители”, “оперативный персонал”?
7. Какими знаниями должен обладать диспетчер энергосистемы, предприятия электрических сетей, РЭС?
8. Как осуществляется подготовка диспетчера?
9. Каковы должностные обязанности и права диспетчера?
10. Как осуществляется приемка и сдача смены дежурным диспетчером?
11. Какова форма и методика проведения оперативных переговоров?

12. Какие сведения и по какой форме записываются в оперативный журнал?
13. Какие технические средства используются при реализации диспетчерского управления?
14. Как подразделяются оперативные переключения по сложности?
15. Приведите примеры оперативных переключений разной сложности.
16. Как подразделяются оперативные переключения по необходимости?
17. Приведите примеры плановых, внеплановых и аварийных переключений.
18. Какие оперативные переключения выполняются по распоряжению диспетчера?
19. Какие оперативные переключения выполняются по разрешению диспетчера?
20. Кто имеет право проводить оперативные переключения?
21. В каких случаях переключения проводятся по бланкам переключений, программам переключений?
22. Для чего применяются типовые бланки переключений?
23. Как оформляются бланки переключений?
24. Как производятся переключения по бланкам переключений?
25. Каков порядок выдачи и хранения бланков переключений?
26. Каковы особенности оперативных переключений при ликвидации аварий?
27. Как производятся переключения при разной форме дежурства на подстанциях?
28. Назовите особенности производства переключений персоналом ОВБ.
29. Каковы основные правила действий с блокировкой при переключениях?
30. Объясните назначение оперативной блокировки.
31. Каково назначение основных коммутационных аппаратов: выключателей, разъединителей, отделителей?
32. Как производится управление выключателем?
33. Каковы особенности управления воздушными выключателями?
34. При каких условиях запрещается проводить плановые переключения?
35. Как осуществляется проверка отключенного положения выключателя?

36. В каких случаях снимается оперативный ток с выключателя после его отключения?
37. Что можно отключать разъединителями?
38. Как можно уменьшить ток холостого хода трансформаторов при отключении их разъединителями?
39. Какие меры безопасности применяются перед действиями с разъединителями?
40. Как включаются и отключаются разъединители?
41. Каков порядок производства операций при отключении и включении линий?
42. Объясните порядок отключения и включения двухобмоточных и трехобмоточных трансформаторов.
43. Как осуществляется перевод присоединений с одной системы шин на другую?
44. Каковы действия диспетчера при руководстве выводом в ремонт линий?
45. Какие работы относятся к работам на линии?
46. Какие и в каких местах вывешиваются плакаты при отключении линии?
47. Назовите работы и условия их выполнения на линиях электропередачи 220 – 750 кВ под напряжением.
48. Каковы должны быть действия диспетчера при организации работ на линии под напряжением?

## ЛИТЕРАТУРА

1. Правила технической эксплуатации электрических станций и сетей. – М.: Энергоатомиздат, 1989. – 288 с.
2. Должностная инструкция дежурного диспетчера ОЭС Беларуси. – Мн., 1997. – 435 с.
3. Правила техники безопасности при эксплуатации электроустановок. – М.: Энергоатомиздат, 1987. – 145 с.
4. Правила устройства электроустановок. - М.: Энергоатомиздат, 1985. – 640 с.
5. Инструкция по ведению оперативных переговоров и записей в ОЭС Беларуси. – Мн., 1997. – 37 с.
6. *Берг И.Г., Полевой С.В.* Ремонт воздушных линий электропередачи под напряжением. - М.: Энергоатомиздат, 1989. – 224 с.

## СОДЕРЖАНИЕ

СПИСОК СОКРАЩЕННЫХ ОБОЗНАЧЕНИЙ. . . . .	3
ПРЕДИСЛОВИЕ. . . . .	4
1. ОБЩИЕ ВОПРОСЫ ОПЕРАТИВНОГО УПРАВЛЕНИЯ . .	5
1.1. Цели и задачи оперативного управления в энергосистемах .	5
1.2. Принципы и структура диспетчерского управления. . . . .	6
1.3. Подготовка диспетчера . . . . .	10
1.4. Должностные обязанности, права и ответственность диспетчера. . . . .	11
1.5. Оперативные переговоры и ведение оперативного журнала. . . . .	17
1.6. Технические средства диспетчерского управления. . . . .	20
2. ОПЕРАТИВНЫЕ ПЕРЕКЛЮЧЕНИЯ В ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЯХ. . . . .	22
2.1. Основные положения о переключениях в электрических сетях. . . . .	22
2.2. Бланки переключений, программы переключений. . . . .	25
2.3. Переключения при ликвидации аварий. . . . .	33
2.4. Производство оперативных переключений на объектах с разной формой дежурства и обслуживаемых оперативно-выездными бригадами. . . . .	33
2.5. Действия с оперативной блокировкой при производстве оперативных переключений. . . . .	35
2.6. Операции с основными коммутационными аппаратами. . .	36
2.7. Последовательность производства часто встречающихся переключений. . . . .	41
2.8. Руководство отключениями для ремонта линий электропередачи и ввода их после ремонта, выдача разрешений на производство работ. . . . .	49
2.9. Особенности организации ремонтных работ на линиях электропередачи 220 – 750 кВ под напряжением . . . . .	50
КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ. . . . .	52
ЛИТЕРАТУРА. . . . .	54

Учебное издание

ПРОКОПЕНКО Владимир Григорьевич

ОПЕРАТИВНОЕ УПРАВЛЕНИЕ В ЭНЕРГОСИСТЕМАХ

Учебно-методическое пособие

Под редакцией В.Т. Федина

Редактор Е.И. Кортель

Компьютерная верстка Е.А. Занкевич

---

Подписано в печать 10.01.2005.

Формат 60x84 1/16. Бумага типографская № 2.

Печать офсетная. Гарнитура Таймс.

Усл. печ. л. 3,3. Уч.-изд. л. 2,5. Тираж 120. Заказ 370.

---

Издатель и полиграфическое исполнение:

Белорусский национальный технический университет.

Лицензия № 02330/0056957 от 01.04.2004.

220013, Минск, проспект Ф.Скорины, 65.