**Оперативные переключения и управление энергетическим оборудованием**

Курск

**Переключения в электрических установках**

Одной из наиболее сложных и ответственных задач, требующей досконального знания схемы электроснабжения электроустановки, является производство оперативных переключений. Переключения производятся в связи с подготовкой рабочих мест для выполнения разного рода работ в электроустановке (монтажных, наладочных, ремонтных и др.), для обеспечения надежного, экономичного и безопасного электроснабжения производства и по ряду других причин, связанных с оперативно-диспетчерским управлением в энергосистеме.

При производстве оперативных переключений должно иметься четкое разграничение обязанностей всех звеньев оперативно-диспетчерского персонала. Переключения проводятся по распоряжению или с ведома вышестоящего оперативного персонала, в оперативном управлении или ведении которого находится данное электрооборудование. В соответствии с установленным у потребителя электрической энергии порядком это может быть устное или телефонное распоряжение с записью в оперативном журнале.

Приказом от 30.06.2003 г. № 266 Минэнерго России утверждена Инструкция по переключениям в электроустановках, которая определяет порядок и последовательность выполнения переключений в электроустановках напряжением до и выше 1000 В.

Инструкция составлена в соответствии с федеральным законодательством, ПТЭ электрических станций и сетей, правилами по охране труда.

На основании указанной инструкции на электростанциях, в электрических сетях и на других объектах должны быть разработаны местные инструкции по производству переключений, учитывающие особенности нормальных и ремонтных схем электрических соединений электроустановок, конструкцию и состав оборудования РУ, особенности устройства РЗА, порядок оперативного обслуживания этих объектов. В инструкциях должны быть отражены особенности и порядок переключений при оперативном обслуживании электрооборудования.

Содержание распоряжения о переключении и порядок его выполнения определяются отдающим его вышестоящим оперативным персоналом с учетом сложности задания, необходимой координации действий оперативного персонала и согласованности изменений в схемах электроустановок. В распоряжении указываются цель переключений и последовательность выполнения операций в схеме электроустановки и цепях РЗА с необходимой степенью детализации, определяемой вышестоящим оперативно-диспетчерским персоналом.

На электростанциях и подстанциях с постоянным дежурством оперативного персонала исполнителю переключений одновременно выдается не более одного задания на проведение оперативных переключений, содержащего операции одного целевого назначения.

При устранении повреждений в электросетях напряжением 10 кВ и ниже допускается выполнение очередных заданий без предварительного сообщения диспетчеру о выполнении предыдущих заданий.

Распоряжение диспетчера о переключении считается выполненным, если получивший распоряжение сообщил диспетчеру о его выполнении.

Оперативные переключения должен выполнять работник из числа оперативного персонала, непосредственно обслуживающий электроустановки. Сложные переключения, а также все переключения (кроме одиночных) на электроустановках, не оборудованных блокировочными устройствами или имеющих неисправные блокировочные устройства, должны выполняться по программам или бланкам переключений.

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

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

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

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

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

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

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

При производстве сложных переключений не допускается замена бланков или программ переключений какими-либо другими документами.

В бланках переключений указываются наиболее важные проверочные действия персонала:

* проверка отсутствия напряжения перед наложением заземлений (включением заземляющих ножей) на токоведущие части;
* проверка на месте включенного положения шиносоединительного выключателя до начала выполнения операций по переводу присоединений с одной системы шин на другую;
* проверка на месте отключенного положения выключателя, если следующей является операция с разъединителями;
* проверка на месте или по устройствам сигнализации положения каждого коммутационного аппарата первичной цепи после выполнения операции этим аппаратом;
* проверка по окончании переключений соответствия переключающих устройств в цепях РЗА режимным картам.

Инструкция строго регламентирует правила и порядок применения, оформления, хранения и отчетности при пользовании бланками переключений. Каждая операция или действие в бланке переключений записывается под порядковым номером. Сами бланки переключений должны быть пронумерованы. Использованные бланки переключений хранятся в установленном порядке не менее 10 дней.

Наряду с общими положениями о переключениях в инструкции приведены требования и порядок производства оперативных переключений в схемах РЗА, при ликвидации технологических нарушений, при вводе в работу нового оборудования и проведении испытаний. Приведена последовательность операций с выключателями, разъединителями, отделителями и выключателями нагрузки, а также с коммутационными аппаратами присоединений линий, трансформаторов, синхронных компенсаторов и генераторов. Рассмотрен порядок переключений при переводе присоединений с одной системы шин на другую, при выводе оборудования в ремонт и при вводе его в работу после ремонта и др.

При описании переключений в распределительных электросетях помимо особенностей выполнения переключений и общих указаний по их выполнению приведена последовательность операций при выполнении отдельных конкретных видов переключений. Необходимо знать и строго соблюдать последовательность выполнения указанных операций.

В Приложении 6 в качестве примера приведена последовательность основных операций при выводе в ремонт питающей КЛ, а в приложении 7 – последовательность основных операций при ее вводе в работу после ремонта.

У потребителей электроэнергии должны иметься перечни сложных переключений, утверждаемые техническим руководителем организации, которые должны храниться на диспетчерских пунктах, центральных (главных) щитах управления электрических станций и подстанций.

Сложные переключения должны выполнять, как правило, два работника, из которых один является контролирующим.

Переключения в электроустановках разных уровней управления и разных объектов выполняются по программам переключений (типовым программам).

*Программа переключений (типовая программа)*представляет собой оперативный документ, в котором указывается строгая последовательность операций при переключениях в электроустановках разных уровней управления или разных энергообъектов.

Программа переключений утверждается руководителем диспетчерского управления, в оперативном подчинении которого находится все переключаемое оборудование.

Если в смене находится только один работник из числа оперативного персонала, контролирующим может быть работник из административно-технического персонала, знающий схему данной электроустановки, правила производства переключений и допущенный к их выполнению.

В экстренных случаях (несчастный случай, стихийное бедствие), а также при ликвидации аварий допускается в соответствии с местными инструкциями выполнение переключений без распоряжения или без ведома вышестоящего оперативного персонала с последующим его уведомлением и записью в оперативном журнале.

Переключения в электроустановке разрешается выполнять оперативному персоналу, знающему ее схему, расположение оборудования и устройств РЗА, обученному правилам выполнения операций с коммутационными аппаратами и ясно представляющему последовательность переключений, прошедшему проверку знаний ПТЭ, правил безопасности и инструкций. Допуск к оперативной работе разрешается после дублирования на рабочем месте.

Список работников, допущенных к проведению переключений (с указанием, на каких электроустановках), а также список лиц административно-технического персонала, контролирующих выполнение переключений, утверждается руководителем предприятия (организации).

Список работников, имеющих право ведения оперативных переговоров, утверждается ответственным за электрохозяйство и передается энергоснабжающей организации и субабонентам.

В соответствии с правилами технической экплуатации в программах и бланках переключений, которые являются оперативными документами, должны быть установлены порядок и последовательность операций при проведении переключений в схемах электрических соединений электроустановок и цепях РЗА.

Программы переключений (типовые программы) должны применять руководители оперативного персонала при производстве переключений в электроустановках разных уровней управления и разных энергообъектов. Работникам, непосредственно выполняющим переключения, разрешается применять программы переключений соответствующего диспетчера, дополненные бланками переключений.

В электроустановках напряжением выше 1000 В переключения проводятся:

без бланков переключений – при простых переключениях и при наличии действующих блокировочных устройств, исключающих неправильные операции с разъединителями и заземляющими ножами в процессе всех переключений;

по бланку переключений – при отсутствии блокировочных устройств или их неисправности, а также при сложных переключениях.

Без бланков, но с последующей записью в оперативном журнале, проводятся переключения при ликвидации аварий.

В электроустановках напряжением до 1000 В переключения проводятся без составления бланков, но с записью в оперативном журнале.

При переключениях в электроустановках в соответствии с правилами технической эксплуатации требуют соблюдать следующий порядок:

работник, получивший задание на переключения, обязан повторить его, записать в оперативный журнал и установить по оперативной схеме или схеме-макету порядок предстоящих операций, составить, если требуется, бланк переключений. Переговоры оперативного персонала должны быть предельно краткими и ясными;

если переключения выполняют два работника, то тот, кто получил распоряжение, обязан разъяснить по оперативной схеме соединений второму работнику, участвующему в переключениях, порядок и последовательность предстоящих операций;

при возникновении сомнений в правильности выполнения переключений их следует прекратить и проверить требуемую последовательность по оперативной схеме соединений;

после выполнения задания на переключения следует сделать запись об этом в оперативном журнале.

Оперативному персоналу, непосредственно выполняющему переключения, запрещается самовольно выводить из работы блокировки.

В соответствии с требованиями ПУЭ все РУ должны быть оборудованы оперативной блокировкой неправильных действий при переключениях в электроустановках, предназначенной для предотвращения неправильных действий с разъединителями, заземляющими ножами, отделителями и короткозамыкателями.

Оперативная блокировка должна исключать:

подачу напряжения разъединителем на участок электрической схемы, заземленной включенным заземлителем (заземляющим ножом), а также на участок электрической схемы, отделенной от включенных заземлителей только выключателем;

включение заземлителя на участке схемы, не отделенном разъединителем от других участков, которые могут быть как под напряжением, так и без напряжения;

отключение и включение разъединителем токов нагрузки.

Оперативная блокировка должна обеспечивать в схеме с последовательным соединением разъединителя с отделителем включение ненагруженного трансформатора разъединителем, а отключение – отделителем.

Деблокирование разрешается только после проверки на месте отключенного положения выключателя и выяснения причины отказа блокировки по разрешению и под руководством работников, уполномоченных на это письменным распоряжением ответственного за электрохозяйство потребителя.

При переключениях в электроустановках практически всегда имеют место операции по наложению и снятию переносных заземлений. Оперативный персонал, производящий операции с переносными заземлениями, должен выполнять следующие положения инструкции.

Переносные заземления должны нумероваться сквозной для всей электроустановки нумерацией и храниться в определенных, отведенных для этой цели местах, нумерация которых должна соответствовать номеру, имеющемуся на переносном заземлении.

При выводе оборудования в ремонт и его заземлении первыми включаются стационарные заземляющие ножи, а затем (при необходимости) накладываются переносные заземления. При вводе оборудования в работу после ремонта сначала снимаются и размещаются в местах хранения все переносные заземления, а потом уже отключаются стационарные заземляющие ножи.

Бланк переключений заполняет дежурный, получивший распоряжение на их проведение. Бланк подписывают оба работника, проводивших переключения. Контролирующим при выполнении переключений является старший по должности. Ответственность за правильность переключений во всех случаях возлагается на обоих работников, выполнявших операции.

Отключение и включение под напряжение и в работу присоединения, имеющего в своей цепи выключатель, должны выполняться с помощью выключателя.

Разрешается отключение и включение отделителями, разъединителями, разъемными контактами соединений КРУ (КРУН):

нейтралей силовых трансформаторов напряжением 110–220 кВ;

заземляющих дугогасящих реакторов напряжением 6-35 кВ при отсутствии в сети замыкания на землю;

намагничивающего тока силовых трансформаторов напряжением 6-220 кВ;

зарядного тока и тока замыкания на землю воздушных и кабельных линий электропередачи;

зарядного тока систем шин, а также зарядного тока присоединений с соблюдением требований нормативно-технических документов энергоснабжающей организации.

В кольцевых сетях напряжением 6-10 кВ разрешается отключение разъединителями уравнительных токов до 70 А и замыкание сети в кольцо при разности напряжений на разомкнутых контактах разъединителей не более 5 % от номинального напряжения.

Допускается отключение и включение нагрузочного тока до 15 А трехполюсными разъединителями наружной установки при напряжении 10 кВ и ниже.

Допускается дистанционное отключение разъединителями неисправного выключателя 220 кВ, зашунтированного одним выключателем или цепочкой из нескольких выключателей других присоединений системы шин, если отключение выключателя может привести к его разрушению и обесточиванию подстанции.

Допустимые значения отключаемых и включаемых разъединителями токов должны быть определены нормативно-техническими документами энергоснабжающей организации.

Порядок и условия выполнения операций для различных электроустановок должны быть регламентированы местными инструкциями.

В качестве коммутационных аппаратов для производства оперативных переключений (ручного или автоматического включения и отключения) используются в основном выключатели. Выключатели, имеющие дугогасящие устройства, предназначены для включения или отключения участков в цепи, по которым проходит ток нагрузки, ток холостого хода или ток короткого замыкания (КЗ).

Разъединители также предназначены для ручного или автоматического включения или отключения, но обесточенных участков цепи; ими разрешается выполнять следующие операции:

включение и отключение зарядного тока (переходный и переменный установившийся ток через емкости всех видов) ошиновки и оборудования всех классов напряжения (кроме тока батарей силовых конденсаторов);

включение и отключение трансформаторов напряжения, нейтралей силовых трансформаторов и дугогасящих реакторов с номинальным напряжением до 35 кВ включительно при отсутствии в сети замыкания фазы на землю или резонанса;

включение и отключение трансформаторов напряжения электромагнитного типа с номинальным напряжением 110 кВ и выше;

шунтирование и расшунтирование включенных выключателей (с приводов которых снят оперативный ток) вместе с прилегающей к ним ошиновкой.

При переключениях в электроустановках необходимо соблюдать определенную последовательность, избегая малейших ошибок, способных привести к аварийным ситуациям в электроустановке и электротравматизму.

Такое может случиться, например, при оперативных переключениях в сетях напряжением 6-10 кВ из-за несоблюдения определенной последовательности операций с разъединителями и выключателями. Последствия ошибочного включения или отключения тока разъединителями зависят от того, какими разъединителями (шинными или линейными) производятся операции. Первыми должны включаться, а последними отключаться те разъединители, неправильное управление которыми может привести к более тяжелым последствиям.

Например, последовательность типовых операций с коммутационными аппаратами при включении и отключении присоединений ВЛ и КЛ должна быть следующей.

Включение:

проверяется отключенное положение выключателя; включается шинный разъединитель;

включается линейный разъединитель;

включается выключатель.

Отключение:

отключается выключатель;

отключается линейный разъединитель; отключается шинный разъединитель.

Последовательность операций в КРУ с выкатными элементами при включении присоединений ВЛ и КЛ должна быть следующей.

Включение:

проверяется, отключен ли выключатель;

тележка выключателя перемещается из контрольного в рабочее положение;

включается выключатель. Отключение:

отключается выключатель; проверяется, отключен ли выключатель;

тележка с выключателем перемещается в контрольное или ремонтное положение.

Отключение секционных разъединителей, не сблокированных с секционными выключателями (или при отсутствии последних), производится после снятия нагрузки с отключенной системы шин и обеспечения разъединителями видимого разрыва не только со стороны питающих присоединений, но и со стороны отходящих фидеров.

Несмотря на то, что процедура выполнения оперативных переключений в электроустановках остается неизменной уже долгие годы и отработана в деталях, готовность и безопасность ее выполнения во многом определяется уровнем организации таких работ, полнотой и качеством перечисленной выше нормативной оперативно-диспетчерской документации, степенью ответственности и профессионализма оперативного персонала электроустановок потребителей и энергоснабжающих организаций.

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

1. Операции с [устройством РПН](http://electricalschool.info/main/ekspluat/1145-ustrojjstvo-i-obsluzhivanie-rpn.html) (при необходимости регулировки напряжения на трансформаторе, на который планируется перевод нагрузки выводимого в ремонт трансформатора).

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

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

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

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

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



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

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

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

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

Перед установкой заземления на участке оборудования необходимо убедиться в отключенном положении разъединителей, отделителей, выкатных тележек со всех сторон, с которых может быть подано напряжение. Непосредственно перед установкой заземления осуществляется проверка отсутствия напряжения на тех токоведущих частях, на которые будут включаться заземляющие ножи или устанавливаться переносные защитные заземления.

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

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

Перед вводом в работу [дифференциальной защиты шин](http://electricalschool.info/main/elsnabg/1052-differencialnaja-tokovaja-zashhita-shin.html) после выполнения операций на оборудовании и с переключающими устройствами, необходимо проверить дифференциальный ток ДЗШ. Ввод в работу ДЗШ при значении дифференциального тока больше максимально допустимого, приведет к ложному срабатыванию данной защиты и обесточению системы (систем) шин.

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

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

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

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

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

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

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

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

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



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

- переключения следует выполнять при достаточной освещенности;

- во время выполнения оперативных переключений нельзя вести посторонние разговоры, в том числе отвлекаться на телефонные звонки;

- прежде чем выполнить операцию с коммутационным аппаратом необходимо убедиться в правильности выбранного присоединения и элемента оборудования;

- если возникают сомнения относительно правильности выполнения той или иной операции, то необходимо немедленно прекратить переключения, доложить об этом вышестоящему оперативному персоналу (диспетчеру);

- при отказе электромагнитной блокировки необходимо в первую очередь убедиться в том, что операция выполняется действительно правильно и соблюдены все необходимые условия для выполнения данной операции. Нельзя делать поспешных выводов о неисправности электромагнитной блокировки;

- запрещается изменять порядок выполнения операций, определенный бланком переключений;

- во время выполнения оперативных переключений следует использовать необходимые средства защиты, а также соблюдать правила безопасной эксплуатации электроустановок.

Все изменения в схеме оборудования подстанции фиксируются вручную на схеме-макете (мнемосхеме). Если на подстанции установлена [система SCADA](http://electricalschool.info/main/drugoe/1236-scada-sistemy-v-jelektroustanovkakh.html), то изображенная на ней схема приводится в соответствие текущей схеме автоматически. Если по той или иной причине положение коммутационных аппаратов на схеме системы SCADA не изменяется автоматически, его нужно установить вручную в соответствии с фактическим состоянием оборудования. То же самое касается переносных заземлений, установленное положение которых на схеме SCADA автоматически не отображается.



**Оперативные переключения в аварийных ситуациях**

При возникновении аварийной ситуации в электроустановке оперативный персонал должен незамедлительно приступить к выполнению оперативных переключений для восстановления нормальной схемы или исключения возможности повреждения оборудования и опасности людей.

В аварийных ситуациях оперативный персонал выполняет переключения без бланков переключений, записывая все выполненные операции в оперативный журнал.

Допускается в период ликвидации аварии производить записи на черновик, а после того, как авария будет ликвидирована, необходимо записать все выполненные операции в строгой хронологической последовательности в оперативный журнал. Если при аварии необходимо выполнить сложные переключения, то оперативный персонал может использовать для этой цели типовые бланки.

Вышеприведенные меры направлены на ускорение ликвидации аварийной ситуации, но это не значит, что нужно действовать поспешно. В случае возникновения аварийной ситуации очень важно правильно составить общую картину происшедшего, трезво оценить ситуацию и действовать не торопясь, осмотрительно.

Все изменения в схемах электрических соединений электрических сетей и электроустановок энергообьектов и в цепях устройств РЗА, выполненные при производстве переключений, а также места установки заземлений должны быть отражены на оперативной схеме или мнемосхеме (схеме-макете) по окончании переключений.

Сложные переключения, а также все переключения (кроме одиночных) на электроустановках, не оборудованных блокировочными устройствами или имеющих неисправные блокировочные устройства, должны выполняться по программам, бланкам переключений.

К сложным относятся переключения, требующие строгой последовательности операций с коммутационными аппаратами, заземляющими разъединителями и устройствами релейной защиты, противоаварийной и режимной автоматики.

Перечни сложных переключений, утверждаемые техническими руководителями соответствующих АО-энерго и энергообъектов, должны храниться на диспетчерских пунктах АО-энерго и энергообьектов, центральных (главных) щитах управления электрических станций и подстанций.

Перечни сложных переключений должны пересматриваться при изменении схемы, состава оборудования, устройств зашиты и автоматики.

повторяющихся сложных переключений должны быть использованы типовые программы, бланки переключений.

При ликвидации технологических нарушений или для их предотвращения разрешается производить переключения без бланков переключений с последующей записью в оперативном журнале.

В программах и бланках переключений, которые являются оперативными документами, должны быть установлены порядок и последовательность операций при проведении переключений в схемах электрических соединений электроустановок и цепях РЗА.

Бланки переключений (типовые бланки) должен использовать оперативно-диспетчерский персонал, непосредственно выполняющий переключения.

Программы переключений (типовые программы) должны применять оперативные руководители при производстве переключений в электроустановках разных уровней управления и разных энергообъектов.

Степень детализации программ должна соответствовать уровню диспетчерского управления.

Лицам, непосредственно выполняющим переключения, разрешается применять программы переключений соответствующего диспетчера, дополненные бланками переключений.

Типовые программы и бланки переключений должны быть скорректированы при изменениях главной схеме электрических соединений электроустановок, связанных с вводом нового оборудования, заменой или частичным демонтажем устаревшего оборудования, реконструкцией распределительных устройств, а также при включении новых или изменениях в установленных устройствах РЗА.

При планируемых изменениях схемы и режимов работы энергосистемы и изменениях в устройствах РЗА производственными службами ОДУ и АО-энерго, в управлении которых находится оборудование и устройства РЗА, должны быть заранее внесены необходимые изменения и дополнения в типовые программы и бланки переключений на соответствующих уровнях оперативного управления.

Все переключения на электростанциях и подстанциях должны выполняться в соответствии с инструкциями по производству переключений

Переключения на электрооборудовании и в устройствах РЗА, находящихся в оперативном управлении вышестоящего оперативно-диспетчерского персонала, должны производиться по распоряжению, а находящихся в его ведении с его разрешения.

Переключения без распоряжения и разрешения вышестоящего оперативно-диспстчерского персонала, но с последующим его уведомлением разрешается выполнять в случаях, не терпящих отлагательства (несчастный случай, стихийное бедствие, пожар, авария).

При пожаре и ликвидации аварии оперативно-диспетчерский персонал должен действовать в соответствии с местными инструкциями и оперативным планом пожаротушения.

В распоряжении о переключениях должна быть указана последовательность операций в схеме электроустановки и цепях РЗА с необходимой степенью детализации, определяемой вышестоящим оперативно-диспетчерским персоналом.

Исполнителю переключений должно быть одновременно выдано не более одного задания на проведение оперативных переключений, содержащего операции одного целевого назначения.

Сложные переключения должны выполнять, как правило, два лица, из которых одно является контролирующим.

При выполнении переключений двумя лицами контролирующим, как правило, должен быть старший по должности. Ответственность за правильность переключений возлагается на оба лица, производящих переключения.

При наличии в смене одного лица из числа оперативно-диспетчерского персонала контролирующим лицом может быть работник из административно-технического персонала, знающий схему данной электроустановки, правила производства переключений и допущенный к выполнению переключений распоряжением по энергообъекту.

При сложных переключениях допускается привлекать для операций в цепях РЗА третьего человека из персонала служб РЗА. Этот работник, предварительно ознакомленный с бланком переключения и подписавший его, должен выполнять каждую операцию по распоряжению лица, выполняющего переключения.

Все остальные переключения при наличии работоспособного блокировочного устройства могут быть выполнены единолично независимо от состава смены.

При исчезновении напряжения на электроустановке оперативно-диспетчерский персонал должен быть готов к его подаче без предупреждения.

Отключение и включение под напряжение и в работу присоединения, имеющего в своей цепи выключатель, должно производиться выключателем.

Разрешается отключение и включение отделителями, разъединителями, разъемными контактами соединений КРУ (КРУН):

нейтралей силовых трансформаторов 110-220 кВ; заземляющих дугогасящих реакторов 6-35 кВ при отсутствии в сети замыкания на землю;

намагничивающего тока силовых трансформаторов 6-500 кВ;

зарядного тока и тока замыкания на землю воздушных и кабельных линий электропередачи;

зарядного тока систем шин, а также зарядного тока присоединений с соблюдением требований нормативно-технических документов.

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

Допускается отключение и включение трехполюсными разъединителями наружной установки при напряжении 10 кВ и ниже нагрузочного тока до 15 А.

Допускается дистанционное отключение разъединителями неисправного выключателя 220 кВ и выше, зашунтированного одним выключателем или цепочкой из нескольких выключателей других присоединений системы шин (схема четырехугольная, полуторная и т.п.), если отключение выключателя может привести к его разрушению и обесточению подстанции.

Допустимые значения отключаемых и включаемых разъединителями токов должны быть определены нормативно-техническими документами. Порядок и условия выполнения операций для различных электроустановок должны быть регламентированы местными инструкциями.

Оперативно-диспетчерскому персоналу, непосредственно выполняющему переключения, самовольно выводить из работы блокировки безопасности запрещается.

Деблокирование разрешается только после проверки на месте отключенного положения выключателя и выяснения причины отказа блокировки по разрешению и под руководством лиц, уполномоченных на это письменным указанием по энергообъекту.

В случае необходимости деблокирования составляется бланк переключений с внесением в него операций по деблокированию.

**Порядок переключений в электроустановках 0,4 - 10 кВ распределительных сетей**

**Бланки переключений**

Переключения на электроустановках распределительных сетей, требующие соблюдения строгой последовательности оперативных действий, выполняются по бланкам переключений.

Бланк переключений является единственным оперативным документом, которым персонал пользуется непосредственно на месте выполнения операций — в этом его целесообразность. В бланках переключений указываются операции с коммутационными аппаратами и цепями оперативного тока; операции по включению и отключению стационарных заземлителей, а также по наложению и снятию переносных заземлений; операции по фазировке; по отключению и включению устройств релейной защиты и автоматики и др. Кроме того, в бланках переключений должны указываться и наиболее важные проверочные действия: проверки на месте положений выключателей и разъединителей; проверки положения выключателей в КРУ и КРУН перед каждым перемещением тележек в шкафах; проверка отсутствия напряжения на токопроводящих частях перед их заземлением и т.д.

Операции и проверочные действия, вносимые в бланки переключений, должны следовать в порядке очередности их выполнения, иначе применение бланков переключений теряет смысл. Для удобства учета выполненных операций (проверочных действий) каждая из них должна иметь порядковый номер.

На проведение сравнительно простых переключений (4 - 5 операций) бланки установленной в энергосистеме формы, как правило, составляются самим оперативным персоналом после получения распоряжения о переключении и записи его в оперативном журнале. Допускается также и заблаговременное составление бланков переключений в течение смены персоналом, который будет выполнять переключения.

При составлении бланка переключений персонал тщательно продумывает содержание полученного распоряжения и намечает последовательность его выполнения. Однако само по себе составление бланка переключений еще не гарантирует безошибочности выполнения операций. Необходимо правильное составление бланка и правильное пользование им в процессе переключений.

Имеющиеся сведения об авариях, происшедших по вине оперативного персонала, говорят о том, что хотя переключения выполнялись и с выпиской бланка переключений, но иногда бланки были неправильно составлены, либо операции проводились не в той последовательности, которая указывалась в бланках либо ими вообще не пользовались.

Бланками переключений нельзя пользоваться пассивно. Каждая операция перед ее выполнением должна быть осмыслена. Необходим тщательный и своевременный самоконтроль, так как допущенные ошибки часто бывают непоправимы.

В целях исключения ошибок при составлении бланков переключений и экономии времени, затрачиваемого на их составление, используются так называемые типовые бланки переключений. Эти бланки заранее разрабатываются персоналом района распределительных сетей, как правило, на переключения, содержащие большое число операций и проверочных действий.

Переключения, на которые должны составляться типовые бланки, устанавливаются руководством района распределительных сетей.

**Порядок действий персонала при переключениях.**

Переключения в электроустановках 0,4 -10 кВ могут выполняться одним или двумя лицами — это определяется местными условиями. При участии в переключениях двух лиц одно из них назначается старшим. На него обычно возлагаются функции контроля за проведением переключений. Низшее по должности лицо выступает в роли исполнителя. Однако ответственность за переключения лежит на обоих.

Не разрешается изменение установленного инструкциями распределения обязанностей между персоналом во время переключений. Запрещается и уклонение от их выполнения. Нельзя, например, допускать, чтобы оба участника переключений, надеясь на свой опыт, одновременно выполняли операции с аппаратами, пренебрегая при этом необходимостью контроля, что, к сожалению, нередко делается в целях "ускорения" процесса переключений.

Если операции выполняются по бланку переключений, то персонал, имея его при себе, действует следующим образом:

1) на месте выполнения операции проверяет по надписи наименование электрической цени и название коммутационного аппарата, к приводу которого он подошел. Выполнение операций по памяти без прочтения надписи у привода аппарата категорически запрещается;

2) убедившись в правильности выбора коммутационною аппарата, зачитывает по бланку содержание операции и после этого выполняет ее. При участии в переключениях двух лиц операция выполняется после повторения ее содержания исполнителем и подтверждения правильности контролирующим;

3) выполненную операцию отмечает в бланке, чтобы избежать пропуска очередной операции.

Напомним, что все операции при переключениях оперативный персонал должен производить при безусловном выполнении правил личной безопасности; применять защитные средства (перчатки, изоляционные штанги, индикаторы напряжения и т.д.); соблюдать установленный порядок при наложении и снятии переносных заземлений; наблюдать за работой блокировочных устройств; своевременно вывешивать и снимать плакаты с приводов коммутационных аппаратов и т д.

Персоналу следует помнить, что при выполнении переключений одним лицом его действия с аппаратами никем не контролируются.

Переключения необходимо выполнять строго но бланку, изменять установленную в нем последовательность операции не допускается. При возникновении сомнений в правильности выполняемых операций переключения следует прекратить и обратиться к диспетчеру, отдавшему распоряжение о переключении, за разъяснением.

**Информация о выполнении распоряжения**

После окончания переключений в бланке записывается время их окончания. В оперативном журнале производится запись о выполнении распоряжения. Вносятся изменения в оперативную схему электроустановки (участка сети). После этого об окончании переключений и выполнении распоряжения информируется диспетчер, от которого было получено распоряжение. Информацию передает лицо, получив шее распоряжение.

**Предупреждение ошибок при переключениях**

При переключениях на электроустановках персонал иногда допускает ошибки, что нередко является причиной крупных аварий и различных нарушений в работе электроустановки. Те, кто совершают ошибочные действия, потом с трудом припоминают мотивы, побудившие их к этому. Однако анализ показывает, что ошибки возникают вследствие нарушений оперативной дисциплины, являются результатом сложной нервной деятельности оперативного персонала, его поведения при работе в особых условиях.

Особенность условий работы оперативного персонала состоит в том, что переключения приходится вести в распределительных устройствах, где много внешне одинаковых ячеек, оборудование которых может в одно и то же время находиться в работе, в ремонте, в резерве и оставаться при этом полностью или частично под высоким напряжением, что невозможно наблюдать визуально.

При некотором стечении обстоятельств вероятность принять один элемент оборудования за другой тут очень велика. Поэтому окружающая обстановка и сам характер оперативной работы требуют от персонала осмотрительности, хорошей памяти и безупречного соблюдения оперативной дисциплины.

Оперативная дисциплина — это строгое и точное соблюдение персоналом определенного порядка при переключениях и поведения на рабочем месте, установленных правилами технической эксплуатации и техники безопасности, должностными положениями и инструкциями.

Оперативная дисциплина — одно из непременных условий нормальной работы электроустановок. Благодаря ей действия персонала при переключениях принимают упорядоченный характер, что обеспечивает нормальное функционирование электроустановок.

Оперативная дисциплина основывается на понимании каждым оперативным работником своего долга и личной ответственности. Когда эти чувства перестают быть внутренними пружинами действий человека, возникают разного рода отклонения в поведении, которые приводят к нарушениям существующих порядков и правил. В цепи же нарушений (даже ничтожно малых) всегда найдется и такое, которое приведет к аварии.

К основным нервным (психофизиологическим) факторам, способствующим безошибочной работе персонала, следует отнести внимание и самонаблюдение.

Внимание — сложное психическое явление, выражающееся в избирательности восприятия, направленности сознания на определенный объект. Оно возникает в связи с какой-либо деятельностью, проводимой на объекте, и является необходимым условием ее сознательного осуществления. Сосредоточение внимания проявляется в большей или меньшей углубленности в работу. Чем больше концентрируется внимание на главном, чем меньше отвлечений второстепенными деталями, тем меньше допускается ошибок.

Самонаблюдение (самоконтроль) — это наблюдение, объектом которого является психическое состояние и действия самого же наблюдающего лица. Оно контролируется сознанием и является одним из условий безошибочной работы. Надо наблюдать за своим поведением, уметь запоминать и оценивать свои действия.

В практической работе оба фактора (внимание и самонаблюдение) почти всегда действуют одновременно. Невнимательность и отсутствие самоконтроля приводят к ошибкам.

Оперативное действие — это результат проявления физической деятельности и мышления персонала в процессе переключений. Объектами действия являются элементы схем первичной и вторичной коммутации — выключатели, разъединители, заземляющие устройства, приводы, аппаратура вторичных цепей и т.д. При переключениях на них направляется все внимание персонала, все его движения связываются с поставленной задачей в строгой последовательности.

Внимание и самонаблюдение играют при этом решающую роль: они организуют и направляют действия персонала, оберегая его от ошибок. Правильные действия (действия, соответствующие установленному порядку) всегда определяются целью и совершаются под контролем сознания. При этом персонал выбирает наиболее целесообразные движения, стремится сократить время и трудоемкость операций. Неосознанные действия в лучшем случае бесполезны, в худшем — приводят к ошибкам, являющимся источником аварий и несчастных случаев с людьми. Ошибки при переключениях обычно непоправимы.

Оперативные действия — это и реально проводимые операции с оборудованием, и различного рода проверки, информирующие персонал о благополучном завершении и правильности операций.

Необходимость проверок связана с тем, что не существует безотказно работающих аппаратов. При неисправностях возможны отказы в четкой работе как самих коммутационных аппаратов, так и устройств управления ими. Проверки осуществляются путем непосредственных визуальных наблюдений аппаратов, по показаниям различных сигнальных систем, измерительных приборов и т.п. Надо помнить, что каждая операция с оборудованием и проверка ее исполнения — два понятия, взаимно дополняющие друг друга.

**Основные оперативные ошибки персонала при выполнении оперативных переключений, их предупреждение**

Оперативные ошибки персонала, который обслуживает электроустановки, являются одной из основных причин возникновения технологических нарушений и несчастных случаев. При обучении оперативного персонала, а также в процессе трудовой деятельности персонала основной задачей является предупреждение возникновения негативных ситуаций в результате оперативных ошибок персонала, допущенных в процессе выполнения оперативных переключений. Рассмотрим основные оперативные ошибки персонала и меры, направленные на их предупреждение.

**Одна из наиболее распространенных ошибок персонала – неправильно выбранное присоединение и соответственно коммутационный аппарат.** Например, в соответствии с бланком переключения необходимо выполнить операцию по отключению линейного разъединителя присоединения «Линия 1». При этом работник, выполняющий оперативные переключения, не убедившись в правильности выбранного присоединения и коммутационного аппарата, отключает линейный разъединитель присоединения «Линия 2» под нагрузкой.

Отключение разъединителя под нагрузкой сопровождается возникновением электрической дуги. При этом работник, выполняющий операцию, может быть поражен электрическим током, подвержен термическому воздействию электрической дуги. Сам коммутационный аппарат повреждается, а возникновение межфазного короткого замыкания может в свою очередь привести к повреждению других элементов оборудования данного присоединения.

Помимо ошибочно выбранного коммутационного аппарата, возможно также **неправильный выбор рукоятки заземляющих устройств.**Например, требуется вывести в ремонт выключатель присоединения. Отходящая линия электропередач данного присоединения имеет двухстороннее питание, при этом необходимость снятия напряжения с противоположной стороны отсутствует. Оперативный работник, вместо включения стационарных заземляющих ножей на линейном разъединителе в сторону выключателя, включает СЗН в сторону линии на рабочее напряжение. Это приводит к трехфазному короткому замыканию со всеми вытекающими из этого последствиями.

Основная мера, направленная на предупреждение вышеупомянутых ошибок – применение электромагнитной блокировки. Основная задача электромагнитной блокировки – предупредить выполнение ошибочной операции оперативным персоналом при выполнении операций с коммутационными аппаратами (разъединителями, стационарными заземляющими ножами). Электромагнитная блокировка устроена таким образом, что для выполнения той или иной операции необходимо выполнить определенные условия. Например, для включения разъединителя обязательными условиями является отключенное положение выключателя данного присоединения, а также заземляющих устройств данного присоединения. Если заданные условия не выполняются, электромагнитная блокировка блокирует выполнение операции с коммутационным аппаратом.

Еще одна мера, направленная на предотвращение оперативных ошибок – наличие и соответствие требованиям и фактическим наименования коммутационных аппаратов, табличек диспетчерских наименований на оборудовании. Наименования должны находиться в чистом состоянии, четко видны обслуживающему персоналу. В темное время суток или в помещении должна быть обеспечена достаточная освещенность рабочего места.

Не смотря на наличие электромагнитной блокировки, оперативный персонал должен быть предельно внимательным при выборе коммутационного аппарата и должен принимать дополнительные меры безопасности (проверка отсутствия напряжения, выверка схемы распределительного устройства, получение подтверждения о снятии напряжения с линии), так как в некоторых случаях электромагнитная блокировка не может гарантировать предупреждение ошибок.

Например, при включении стационарных заземляющих ножей в сторону линии, которая фактически находится под напряжением, электромагнитная блокировка не предотвратит выполнение данной операции. В данном случае необходимо проверять отсутствие напряжения на разъединителе в сторону линии предварительно проверенным на работоспособность указателем напряжения.



Если на подстанции есть сложные защиты, то при выполнении оперативных переключением с необходимостью выполнения операций с данными защитами, оперативный персонал часто допускает ошибки, которые могут привести к различным негативным последствиям.

Например, **на подстанциях 110 кВ наиболее часто допускаются ошибки при выполнении операций в схеме дифференциальной защиты шин.**Например, при вводе в работу присоединения из-за несоответствия фактического положения шинного разъединителя зафиксированным токовым цепям данного присоединения в схеме ДЗШ, происходит ошибочное обесточение системы (систем) шин 110 кВ.

Для предотвращения возникновения оперативных ошибок при выполнении операций с переключающими устройствами защит и автоматических устройств, необходимо знать их принцип работы и выполнять операции в строгом соответствии с инструкциями по их оперативному обслуживанию. Следует также отметить, что одной из наиболее распространенных причин возникновения оперативных ошибок – **ошибки в бланках переключения.** Как правило, для выполнения сложных переключений составляются типовые бланки переключения. Кроме того, бланки переключения перед непосредственным выполнением переключений должны проверяться работником, который будет выполнять переключения, а также работником, контролирующим данные переключения. При отсутствии контролирующего лица, правильность составления бланков переключения проверяет вышестоящий оперативный персонала (дежурный диспетчер, старший дежурный).

**Управление оборудованием**

Мониторинг энергообъектов.

Система мониторинга состоит:

— программно-технический комплекс (ПТК), установленный на энергообъекте;

— локальную вычислительную сеть (ЛВС), соединяющую ПТК с системами автоматического управления/регулирования энергоблоками (САУ) и с узлом связи энергообъекта (УС);



— программно-аппаратный комплекс системы мониторинга (СМ), установленный в удаленном Центре мониторинга (ЦМ) и имеющее доступ в публичную сеть Internet, либо модемную связь (как реализация резервного канала).

— Назначение ПТК — сбор параметров работы энергообъекта посредством обмена информацией с САУ, обработка и передача собранных данных в ЦМ.

Система мониторинга может иметь два режима работы – off-line и on-line.

Система off-line предназначена для фиксирования (ежесекундного, ежеминутного и т.п.) параметров работы энергообъекта, формирования архивов и передачи архивов мониторинга по запросу СМ ЦМ на верхний уровень.

В системе on-line мониторинга данные с ПТК в режиме on-line передаются в СМ ЦМ, что позволяет персоналу ЦМ оперативно реагировать на изменение параметров энергообъекта.

Вопросы информационной безопасности для обоих режимов (off-line и on-line) позволят исключить несанкционированный доступ (НСД) как в ПТК и СМ ЦМ, так и в САУ энергоблоков. Аппаратная часть представлена оборудованием надежных брендов с широкой сетью сервисных центров: HP, APC, Cisco, Moxa, Allied Telesyn, Rittal.

**Управления энергообъектами**

Основное отличие структуры системой управления от структуры системы мониторинга заключается в следующем:

—  обмен информацией осуществляется в обе стороны (мониторинг через ПТК в программно-аппаратный комплекс системы управления (СУ) Центра управления (ЦУ), а управление через ПТК в САУ);

—  связь УС с СУ ЦУ осуществляется по выделенным защищенным каналам связи (ВК).



Аппаратное и программное наполнение ПТК системы управления соответствует основным требованиям, предъявляемым к особо ответственным системам:

— полное резервирование аппаратной части через которую проходят сигналы управления и мониторинга;

— резервирование каналов связи;

— резервирование электропитания;

— микропроцессорное оборудование, работающее в режиме реального времени;

— алгоритмы, исключающие прохождение некачественных/ложных сигналов управления;

— решение вопросов информационной безопасности на аппаратном уровне.

**Понятие оперативных схем. Требования к оперативным схемам. Работа оперативных схем. Оперативная документация**

Нормальной схемой электрических соединений подстанции называется схема нормального режима работы подстанции на более или менее продолжительный срок. Нормальный режим работы подстанции характеризуется состоянием схемы, отвечающий требованию надежности и экономичности работы электрических сетей, загрузкой отдельных ее элементов, не превышающей допустимых значений, уровнями напряжений на шинах в пределах заданных значений, максимальной работоспособностью силового оборудования, а также устройств релейной защиты и автоматики.

 В отличие от нормальной **оперативная схема** отражает действительное состояние оборудования подстанции: действительное положение коммутационных аппаратов, заземляющих устройств, устройств релейной защиты и автоматики на каждый текущий момент времени. В связи, с чем изменения в оперативную схему должны вноситься непосредственно после проведения тех или иных операций.

 Действительные положения коммутационных аппаратов и различных устройств на оперативной схеме отражаются нанесением условных знаков рядом с символами аппаратов или устройств. Действительные положения коммутационных аппаратов, отключенных устройств РЗиА и заземляющих устройств обозначаются нанесением на оперативную схему условных знаков непосредственно на графическое обозначение аппарата или рядом с графическим обозначением соответствующего аппарата (устройства), если положение аппарата (устройства) было изменено.

Знаки наносятся карандашом, чернилами или пастой красного цвета.

Знак «З!» — устройство релейной защиты отключено — наносится рядом с графическим обозначением защищаемого оборудования (генератор, трансформатор, линия, сборные шины).

Знак «А!» — устройство автоматики отключено — наносится рядом с графическим обозначением выключателя, на который воздействует автоматическое устройство.

 После снятия с оборудования переносного заземления, включения в работу ранее отключенных устройств релейной защиты или автоматики соответствующие знаки на оперативной схеме перечеркивают карандашом (пастой) синего цвета. Ошибочно нанесенный на оперативную схему условный знак не счищают, а обводят кружком синего цвета, а затем наносят правильный знак. Срок действия оперативной схемы не ограничивается, новая схема составляется по мере необходимости. Оперативные схемы должны иметь порядковые номера.

 Вместо оперативных схем на ряде подстанций применяют мнемонические макеты схем подстанций, которые, как правило, располагают в местах, удобных для пользования макетом. Изменения схемы на макете производят с помощью навесных символов. Система фиксации символов на макете должна исключать их падение или случайное перемещение. Для отображения отсутствующих на местах хранения переносных заземлений применяют сигнализацию в виде световых табло, лампы которых загораются при снятии реальных заземлений с крюков. При пользовании мнемоническими макетами надобность в ведении оперативных схем отпадает.

Схемы электрических соединений, энергосистем, электрических сетей, электростанций и подстанций, настройка средств РЗА для нормальных и ремонтных режимов должны обеспечивать:

электроснабжение потребителей электроэнергией, качество которой должно соответствовать требованиям государственного стандарта (по договорным обязательствам);

устойчивую работу электрической сети России и энергосистем;

соответствие токов короткого замыкания значениям, допустимым для оборудования;

экономичное распределение потоков активной и реактивной мощности;

локализацию аварий с минимальными потерями как для производителей, так и для потребителей электроэнергии.

Схемы СН переменного и постоянного тока электростанций и подстанций должны выбираться с учетом обеспечения их надежности в нормальных, ремонтных и аварийных режимах путем:

секционирования шин;

автоматического ввода резервного питания любой секции шин СН всех напряжений;

распределения источников питания СН по системам и секциям шин с учетом действия устройств АВР и сохранения в работе механизмов СН при исчезновении напряжения на секции. Источники рабочего и резервного питания должны быть присоединены к разным секциям шин распределительного устройства;

распределения механизмов СН по секциям шин из условия минимального нарушения работы электростанции или подстанции в случае выхода из строя любой секции;

обеспечения надежного питания механизмов СН при несинхронной работе шин (частей) электростанции (секционирование шин высокого напряжения, выделение энергоблоков на отдельную линию, выполнение схем деления энергосистемы);

обеспечения полного или частичного отделения питания механизмов СН электростанции от энергосистемы при понижении частоты и напряжения до значений, угрожающих их бесперебойной работе, с наименьшей потерей рабочей мощности.

Присоединение посторонних потребителей (поселков и пр.) к шинам распределительных устройств СН электростанций запрещается. Исключение составляют электростанции, на которых генераторы соединены в блоки с трансформаторами, при отсутствии в данной местности распределительных сетей.

Нормальные и ремонтные схемы соединений электрической сети, подстанции и электростанции ежегодно должен утверждать технический руководитель энергообъекта (структурной единицы), а схемы энергосистемы технический руководитель АО-энерго.

Указанные схемы должны быть согласованы с органом диспетчерского управления, в оперативном ведении или оперативном управлении которого находится входящее в них оборудование.

Схемы трубопроводов электростанций должны обеспечивать:

надежное резервирование СН основного оборудования;

минимальные гидравлические потери;

отключение аварийных участков преимущественно посредством приводов с дистанционным управлением;

локализацию аварий с минимальными потерями генерирующей мощности и отключение минимальной мощности потребителей.

Схемы сетевых станционных трубопроводов должны обеспечивать возможность локализации отдельных участков и предотвращение затопления помещений и оборудования электростанций в случае повреждения трубопроводов.

Схемы трубопроводов тепловых сетей должны обеспечивать надежное теплоснабжение потребителей, поддержание заданных параметров в тепловой сети, экономное расходование электроэнергии на транспортировку сетевой воды, а также локализацию и ликвидацию аварий с минимальным отключением потребителей.

**К основной оперативной документации на ПС относятся: оперативный журнал, оперативная схема, схема-макет и бланки переключений.**

Оперативный журнал предназначен для записи в хронологическом порядке результатов деятельности оперативного персонала при обслуживании им ПС.

В оперативном журнале оформляется приемка и сдача смен, кратко заносятся сведения об отклонениях от нормальной схемы ПС и нормального режима работы ее оборудования, распоряжения и переговоры о переключениях, сообщения о выполнении переключений, замечания о техническом состоянии оборудования, ведется учет наложения и снятия защитных заземлений, а также учет переносных заземлений, находящихся в местах хранения.

В журнале фиксируется время автоматического отключения оборудования и данные о срабатывании устройств РЗиА, а также другие сведения, необходимые для персонала, принимающего смену.

Журнал должен быть пронумерован, прошнурован и скреплен печатью. На последней странице журнала делается запись о количестве прошнурованных листов и ставится подпись.

На лицевой стороне обложки журнала указывается название — «Оперативный журнал» и даты начала и окончания ведения журнала.

Журнал должен постоянно находиться на рабочем месте оперативного (оперативно-ремонтного) персонала. Заполненные журналы хранятся в течение 3 лет со дня последней записи.

Ответственность за правильность и достоверность записей несет персонал, сделавший запись в оперативном журнале.

Форма оперативного журнала должна отвечать требованию рационального ведения записей с учетом звукозаписи переговоров, включение которой должно производиться автоматически — снятием телефонной трубки.

В процессе ликвидации аварии время основных событий следует записывать на отдельном листке бумаги с последующей записью в оперативном журнале после устранения аварии.

При записях в оперативном журнале желательны сокращения текста за счет принятых в отрасли сокращений должностей персонала, наименований оборудования и названий оперативных действий, например:

ДД — дежурный диспетчер энергосистемы;

Д ПС — дежурный подстанции (с указанием номера ПС);

Вкл. — включить (включен), Откл. — отключить (отключен);

ШР — шинный разъединитель, ЛР — линейный разъединитель и т. д.

Записи ведутся в хронологическом порядке только чернилами или пастой синего, фиолетового или черного цвета; они должны быть четкими, ясными, без помарок и подчисток.

Рекомендуемая форма бланка переключения:



**Тема 8.3. Предупреждение и ликвидация технологических нарушений**

Основные задачи диспетчерского управления при ликвидации технологических нарушений:

предотвращение развития нарушений, исключение травмирования персонала и повреждения оборудования, не затронутого технологическим нарушением;

создание наиболее надежных послеаварийной схемы и режима работы системы в целом и ее частей;

выяснение состояния отключившегося и отключенного оборудования и при возможности включение его в работу;

включение его в работу и восстановление схемы сети.

**О**сновные направления предупреждения технологических нарушений и поддержания постоянной готовности организации к их ликвидации:

Такими основными направлениями являются:

постоянная подготовка персонала к ликвидации возможных технологических нарушений путем своевременного проведения противоаварийных тренировок, повышения качества профессиональной подготовки;

создание необходимых аварийных запасов материалов к оборудованию;

обеспечение персонала средствами связи, пожаротушения, автотранспортом и другими механизмами, необходимыми средствами защиты;

своевременное обеспечение рабочих мест схемами технологических трубопроводов, инструкциями по ликвидации технологических нарушений, программами переключений;

подготовка персонала в пунктах тренажерной подготовки с использованием тренажеров, максимально соответствующих реальным условиям производства, а также при возможности с использованием персональных компьютеров;

тестирование персонала при приеме на работу, а также в процессе трудовой деятельности по готовности к оперативной работе (п. 15.4.2).

Документация, которая должна находиться на каждом диспетчерском пункте, щите управления организации:

местная инструкция по предотвращению и ликвидации технологических нарушений, которая составляется в соответствии с типовой инструкцией и инструкцией вышестоящего органа оперативно-диспетчерского управления, и планы ликвидации технологических нарушений в тепловых сетях, топливном хозяйстве и котельных;

планы ликвидации технологических нарушений в тепловых сетях городов и крупных населенных пунктов должны быть согласованы в установленном порядке (п. 15.4.3).

 В этот момент приемка и сдача смены во время ликвидации технологических нарушений не допускается (п. 15.4.5).

Принимая решения и осуществляя мероприятия по восстановлению нормального режима, оперативно-диспетчерский персонал несет ответственность за ликвидацию технологического нарушения (п. 15.4.6).

Трудно предположить, чтобы авария в системе электроснабжения могла произойти внезапно, без каких-либо признаков, предшествующих ее возникновению.

Долголетняя практика работы систем электроснабжения, их оснащенность противоаварийными приборами защиты, сигнализации, автоматики и различными блокировочными устройствами, как правило, дает возможность выявления предаварийных факторов и предоставляет некоторый промежуток времени для оценки возникшей ситуации и принятия соответствующих мер.

*Аварийной ситуацией*называется состояние системы электроснабжения, связанное с изменениями в нормальной работе оборудования, которые создают угрозу возникновения аварии.

Признаки аварии определяются отраслевыми нормативно-техническими документами, в частности, Инструкцией по предотвращению и ликвидации аварий в электрической части энергосистем, утвержденной приказом Минэнерго России от 30.06.2003 г. № 289. В инструкции рассмотрен порядок проведения работ при технологических нарушениях (авариях) в различных звеньях электрической части энергосистем и оперативной ликвидации аварий.

*Оперативная ликвидация аварий*представляет собой процесс отделения поврежденного оборудования (участка сети) от энергосистемы, а также производства операций с целью:

устранения опасности для обслуживающего персонала и оборудования, не затронутого аварией;

предотвращения развития аварии;

немедленного (в кратчайший срок) восстановления электроснабжения потребителей и качества электроэнергии (частоты и напряжения);

создания наиболее надежной послеаварийной схемы энергосистемы и отдельных ее частей;

выяснения состояния отключившегося во время аварии оборудования и возможности включения его в работу.

В аварийных ситуациях требуемые переключения производятся только оперативным персоналом в соответствии с инструкциями предприятий (организаций), с соблюдением норм и правил работы в электроустановках и с применением всех необходимых защитных средств.

Несмотря на то, что оперативный персонал контролирует работу автоматики, и при неправильных ее действиях переходит на ручное управление, ему следует неукоснительно соблюдать требование указанной инструкции не вмешиваться в работу защит, и только при отказе их действия выполнять ее функции.

Исполнению подлежат только те распоряжения, которые получены от непосредственного руководителя, лично известного работнику, получающему распоряжение.

В процессе ликвидации аварии все распоряжения диспетчера энергосистемы (по вопросам, входящим в его компетенцию) выполняются немедленно, за исключением распоряжений, способных представлять угрозу для безопасности людей и сохранности оборудования.

При ошибочном (по мнению персонала) распоряжении диспетчера, ему на это указывается, однако, если диспетчер подтвердит свое распоряжение, то персонал обязан его выполнить.

При возникновении аварийной ситуации исключительно важное значение для оперативного персонала приобретают связь и постоянная информация по существу возникшей проблемы; при необходимости все другие переговоры по существующей связи прекращаются.

В процессе организации работ по ликвидации аварии персоналу всех уровней (оперативному, административно-техническому и др.) надлежит находиться в определенных местах, указанных в инструкции. Основное внимание в инструкции уделяется местам нахождения в аварийной ситуации персонала электростанций.

Начальник смены электростанции при ликвидации общестанционной аварии должен находиться, как правило, в помещении главного (центрального) щита управления, а уходя из него, должен указать место своего нахождения.

Начальники смен тепловых цехов и старшие машинисты энергоблоков во время ликвидации аварии должны находиться на своих рабочих местах и принимать необходимые меры для поддержания нормальной работы оборудования, не допуская развития аварии в этих цехах (на энергоблоках).

Местонахождение начальника смены электроцеха и дежурного подстанции при ликвидации аварии определяется сложившейся конкретной обстановкой, о чем начальник смены электроцеха уведомляет начальника смены электростанции и персонал центрального щита управления, а дежурный подстанции – вышестоящий оперативный персонал.

Персонал, непосредственно обслуживающий оборудование, во время ликвидации аварии остается на своих рабочих местах, принимая необходимые меры к сохранению работоспособности оборудования, а если это невозможно, то к его отключению. В случае вынужденного ухода с рабочего места дежурный персонал должен сообщить о своем местонахождении вышестоящему оперативному персоналу.

Рабочее место может быть оставлено в следующих случаях:

при явной опасности для жизни;

для оказания первой помощи пострадавшему при несчастном случае;

для принятия мер по сохранению целостности оборудования;

по распоряжению работника, руководящего ликвидацией аварии.

Местонахождение диспетчера предприятия электрических сетей при ликвидации аварии (если он одновременно не является и дежурным подстанции) должно быть, как правило, в помещении диспетчерского пункта.

Персонал, не имеющий постоянного рабочего места (обходчики, дежурные слесари, резервный персонал и др.), при возникновении аварии немедленно поступает в распоряжение непосредственного руководителя и по его указанию принимает участие в ликвидации аварии.

Во время ликвидации аварии не производится приемка и сдача смены, а пришедший на смену оперативный персонал используется по усмотрению руководителя ликвидации аварии. Если ликвидация аварии требует длительного времени, допускается сдача смены по разрешению вышестоящего оперативного персонала.

Начальник смены электростанции должен знать, что помимо сообщения об аварии и нарушении режима работы электростанции ему также надлежит поставить в известность диспетчера энергосистемы о следующих нарушениях:

об автоматических включениях, отключениях, исчезновении напряжения, перегрузках и резких изменениях режима работы транзитных линий электропередачи и трансформаторов, по которым осуществляется связь электросетей различных напряжений;

о возникновении несимметричных режимов на генераторах, линиях электропередачи, трансформаторах, резком снижении напряжения в контрольных точках, перегрузке генераторов и работе системы автоматического включения резерва (АВР), возникновении качаний, внешних признаках КЗ как на электростанции, так и вблизи нее;

о работе защит на отключение, работе АВР, АПВ, частотного АПВ (ЧАПВ), режимной автоматики, об отключении генерирующего оборудования.

Если во время ликвидации потеряется связь (имеется в виду не только нарушение всех видов связи, но и невозможность в течение 2–3 минут связаться с вышестоящим персоналом из-за его занятости, плохой слышимости и перебоев), то оперативный персонал может самостоятельно выполнять работы по ликвидации аварии с последующим уведомлением вышестоящего оперативного персонала (независимо от наличия или потери связи). Перечень операций, которые самостоятельно проводит оперативный персонал при потере связи, приводится в инструкции предприятия. В ней также указывается перечень операций, которые оперативным персоналом при потере связи самостоятельно не выполняются.

Оперативный персонал обязан выполнять распоряжения только вышестоящего оперативного персонала. Распоряжения оперативному персоналу руководителей энергообъединения, электростанции, предприятия и их структурных подразделений по вопросам, входящим в компетенцию вышестоящего оперативного персонала, могут выполняться только по согласованию с ним.

Все оперативные переговоры с начала возникновения аварии и до ее ликвидации должны записываться на магнитофон или жесткий диск компьютера.

Весь персонал, находящийся во время аварии на электростанции, включая начальников цехов, в вопросах, связанных с ликвидацией аварии, должен выполнять распоряжения начальника смены станции.

Во время аварии на щите управления блока, электростанции, подстанции, в помещении диспетчерского пункта предприятия или района электрических сетей энергосистемы и т. д. разрешается находиться только тем, кто непосредственно участвует в ликвидации аварии, а также лицам из числа административно-технического персонала и специалистам технологических служб. Список таких лиц определяется в установленном порядке.

Все переключения в аварийных условиях производятся в соответствии с требованиями ПТЭ и МПБЭЭ (см. п. 6.2.4).

Инструкция указывает порядок выполнения самостоятельных действий по ликвидации аварий оперативным персоналом электростанций и подстанций, а именно:

при подаче напряжения на обесточенные участки электрической сети и РУ напряжением 110 кВ и выше оперативный персонал проверяет наличие заземленной нейтрали со стороны питания (то же относится и к кабельным сетям напряжением 35 кВ, работающим с глухим заземлением нейтрали);

при опробовании напряжением отключившегося оборудования персонал немедленно вручную отключает выключатели при включении их на КЗ и отказе защиты или при неполнофазном включении. Признаком КЗ является резкое понижение напряжения одновременно с броском тока;

при опробовании напряжением отключившихся линий персонал предварительно отключает устройство АПВ, если последнее не выводится из действия автоматически, и производит необходимые переключения в устройствах противоаварийной автоматики;

при опробовании напряжением отключившейся линии класса напряжений 330 кВ и выше и длиной более 200 км персонал подготавливает режим сети по напряжению. Подготовка этого режима объясняется возможным значительным повышением напряжения выше допустимого на подстанции, с которой производится опробование, особенно на другом конце линии.

При ликвидации аварии в первую очередь напряжение подается на шины обесточенной электростанции.

Включение отключившегося оборудования допускается только после анализа действия защит, отключивших оборудование во время аварии.

По окончании ликвидации аварии работник, руководивший ликвидацией, составляет сообщение об аварии по установленной форме.