Министерство топлива и энергетики
Российской Федерации

Проектно-изыскательский и научно-исследовательский ин-т
по проектированию энергетических систем и электрических
сетей
"ЭНЕРГОСЕТЬПРОЕКТ"

РАЗРАБОТКА ТЕХНИЧЕСКИХ ТРЕБОВАНИЙ НА УСТРОЙСТВА БЛОКИРОВКИ ОПЕРАТИВНЫХ ПЕРЕКЛЮЧЕНИЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СОВРЕМЕННЫХ ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ

Обзор и анализ
применяемых и предлагаемых устройств оперативной блокировки

№ 3521тм-т2

Зам.директора И.З.Глускин

Начальник отдела РЗАУ Д.Д.Левкович

ГИП Л.Н.Махлина

Гл.специалист Г.Ф.Вернипкая

Москва, 1996 г.

gost.e-ecolog.ru

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

I. Оперативная блокировка разъединителей (ОБР) 35-750 кВ играет важную роль в функционировании подстанций (ПС), поскольку её отсутствие может привести не только к недоотпуску электроэнергии потребителям, повреждению оборудования, но и к травмированию и гибели обслуживающего персонала ПС. Несмотря на ее важную роль до настоящего времени отсутствуют технические требования на ОБР в целом. Имеются требования к блокированию разъединителей как изделия (ГОСТы), к заземлителям разъединителей. (Решение Главтехуправления Минэнерго СССР № Э-II/8I-ТБ-2/8I), описание блокировки и принципы выполнения в типовых проектах. Предметом настоящей работы является разработка технических требований к новым устройствам блокировки и утверждение их РАО "ЕЭС России". Это позволит исключить различные ее выполнения и различное к ней отношение со стороны отдельных лиц и организаций. Технические требования к ОБР не должны зависеть от конструктивного выполнения блокировки, учитывать возможность внедрения новых идей и конструкций.

2. ОБР, определяя последовательность операций при коммутациях на ПС, предотвращает неправильные действия и тем самым препятствует травмированию персонала. Однако полной защиты персонала при ОБР не достигается. Следует отметить, что ОБР (при надежной работе аппаратуры) является более надежным способом защиты персонала, чем использование бланка переключений, который не исключает ошибочные действия персонала, например, при оперировании в другой ячейке.

3. Оперативная блокировка разъединителей на подстанциях должна исключать:

- отключение(включение) разъединителем и отделителем тока нагрузки;
- подачу разъединителем, отделителем напряжения на заземленный участок цепи;

– включение заземляющих разъединителей на участке цепи, не отделенном отключенными разъединителями от участков цепей, находящихся под напряжением.

4. Оперативная блокировка разъединителей не обеспечивает предъявляемые к ней требования по отношению к линейному разъединителю и его заземлителю, расположенному со стороны линии. Институт считает использование средств телемеханики и связи для получения взаимной информации о положении указанных разъединителя и заземлителя, расположенных по обе стороны линии (т.е. на смежной ПС) нецелесообразным из-за усложнения ОБР. Таким образом возможны две недопустимые ситуации:

- включение линейного заземлителя при наличии на ВЛ напряжения, подаваемого со смежной ПС,
- подача напряжения на линию, на противоположном конце которой включен линейный заземлитель.

Институт предлагает для обсуждения следующее решение.

Первая ситуация может быть исключена при наличии на ВЛ трансформатора напряжения (ТН) за линейным разъединителем. Тогда информация от ТН о наличии или отсутствии напряжения (например, с помощью реле напряжения) может быть использована в ОБР. Такое усложнение схемы не следует считать значительным. ТН устанавливается на ВЛ в следующих типовых схемах распределительных устройств

35-5Н
110-5Н, 110-6, 110-7
220-5Н, 220-6, 220-7, 220-16
330-7, 330-15, 330-16, 330-17
500 и 750 кВ - во всех схемах.

При отсутствии ТН на линии должно быть проверено отсутствие напряжения штангой (кроме 330-1) или с помощью переговоров по телефону с дежурным на противоположном конце линии.

Вторая ситуация имеет менее серьезные последствия для персонала, т.к. напряжение подается выключателем, а релейная защита отключает присоединение, включенное на заземлитель.

Проверка отсутствия заземления на линии с помощью искателя повреждений трудоемко и рекомендовано быть не может.

Исключение второй ситуации может быть достигнуто с помощью переговоров с диспетчером или персонадом смежной ПС.

5. Требуемая последовательность коммутирования отделителя и короткозамыкателя определена решением Главтехуправления Минэнерго СССР № Э-II/8I-ТБ-2/8I; в этом же решении приведена таблица значений намагничиваемых токов силовых трансформаторов и зарядных токов воздушных и кабельных линий допустимых для отключений и включений разъединителями II0-500кВ и отделителями II0 кВ.

6. На существующих ПС, введенных в эксплуатацию или реконструированных до 1993 г., для оперативной блокировки была использована следующая аппаратура:

- блокировочный замок ЗБ-I и общий на ПС ключ КЭЗ-I Курского завода НВА или АО "ЭЛВО", г.Великие Луки;
- блокировочный замок ЭМБЗ и ключ ЭМК Рижского опытного завода Латвэнерго;
- блок-контакты КСА.

Названная аппаратура имеет конструктивные дефекты, ненадежна в работе, КСА требуют значительных трудозатрат на эксплуатацию. Энергосистемы выдвинули ряд требований по её модернизации, в т.ч.:

- увеличить механическую прочность корпусов замка и ключа, а также сердечника блок-замка;
- увеличить втягивающее усилие ключа;
- выполнить фиксацию сердечника ключа в разблокированном положении замка;
- улучшить контактное соединение замка с вилкой ключа;
- выполнить более надежное запирающее устройство с элементом деблокирования;
- разработать взамен КСА герконовые блок-контакты.

7. В целях повышения безопасности производства оперативных переключений в электроустановках 35-750 кВ РАО "ЕЭС России"

в I993-94 г.г. проведен ряд работ с промышленностью.

7.I. Согласно протоколу совещания в Департаменте науки и техники от I2.07.94 г. разработаны:

- полимерный изолятор 35 кВ (АО "Полимеризолятор") для новых разъединителей и замены дефектных фарфоровых изоляторов эксплуатируемых разъединителей;
- поддерживающее устройство с полимерными тонкостержневыми изоляторами для предупреждения падения опорных колонок разъединителей II0 кВ при повреждении фарфоровых изоляторов (АО "ЭЛВО");
- шинные опоры и разъединители 500 кВ с колонками из полимерных тонкостержневых изоляторов (АО "ЭЛВО");
- модернизирован прибор ПАК-3 для контроля качества фарфоровых опорно-стержневых изоляторов;
- высокопрочные опорно-стержневые изоляторы (из глинозема) II0 кВ для новых разъединителей и замены дефектных фарфоровых изоляторов эксплуатируемых разъединителей (АО"ВЗЭФ").

7.2. В I994 г. институт "Энергосетьпроект" выполнил технико-экономическое обоснование применения разъединителей II0-220кВ с электродвигательными приводами вместо ручных приводов, операции с которыми представляют опасность для оперативного персонала. Департамент науки и техники РАО "ЕЭС России" протоколом от I2.07.94 утвердил применение разъединителей на напряжение выше 35 кВ только с электродвигательными приводами для вновь сооружаемых электротехнических установок.

7.3. В I993-94 г.г. АО "ЭЛВО" по договору с РАО "ЕЭС России" выполнило "Комплекс работ по модернизации аппаратуры электромагнитной блокировки приводов для разъединителей высоковольтных и освоению серийного производства", в результате которых в настоящее время серийно производятся замок электромагнитной блокировки типа ЗБ-IМ, по габаритным и присоединительным размерам полностью соответствующий выпускаемым ранее замкам ЗБ-I, и ключ

КЭЗ-IМ, которые обладают следующими преимуществами перед ЗБ-I и КЭЗ-I:

- увеличена механическая прочность замка за счет выполнения корпуса из силуминовых сплавов и стального штока;
- усилие ,необходимое для вытягивания запирающего стержня замка в крайнее "открытое" положение - не более 30Н.

Удерживающее усилие электромагнита ключа КЭЗ-IМ -

- не менее 50Н;
- штоки ключа и замка имеют элементы фиксации в крайнем разблокированном положении;
- предусматривается специальный ключ и резьбовое отверстие в торце штока замка для механического разблокирования замка.

7.4. Также в 1993-94 годах АО "ЭЛВО" по договору с РАО "ЕЭС России" выполнило разработку с внедрением в серийное производство переключающего устройства на базе герконов типа ПУ (ТУ I6-94 ИВЕМ.642217) для применения в приводах, выпускаемых АО" ЭЛВО" к разъединителям и заземлителям высоковольтным взамен устройств типа КСА.

Устройство содержит 2 группы замыкающих герконовых контактов и постоянный магнит, который поворачивается вместе с валом привода и заставляет срабатывать ту или другую группу контактов.

8. Действующие в настоящее время типовые схемы оперативной электромагнитной блокировки выполнены с последовательным опросом положения разъединителей и заземляющих разъединителей и формированием разрешающего или запрещающего сигнала на операцию с разъединителем, который реализуется в цепи электромагнитного блок-замка и реле блокировки при наличии электродвигательного привода. Реле блокировки устанавливается в приводе и своими контактами блокирует или разрешает работу двигательного привода. Такая схема предполагает радиальный сбор информации от разъединителя одной ячейки РУ в общий шкаф зажимов для элементов данной ячейки с последующим соединением их в последовательные цепи внутри шкафа в соответствии с алгоритмом для каждого разъ-

единителя и последовательную кабельную связь между общими шкафами зажимов ячеек для получения внешней для данной ячейки информации, например, информации о положении заземляющего разъединителя системы шин, являющегося общим элементом для всех присоединений, подключенных к этой системе шин.

8.1. При таком построении схемы образуются длинные последовательные цепи, количество контактов в которых определяется схемой первичных соединений РУ и может составлять 7 и более контактов. На существующих ПС с использованием КСА, для которых заводом-изготовителем не нормируются минимальные ток и напряжение, коммутируемые одним контактом, число контактов в последовательной цепи, учитывая тяжелые условия обслуживания этих контактов на открытом воздухе и, следовательно, покрытие поверхности контактов оксидными пленками, не должно быть более 5. Такое ограничение приводит к необходимости деления длинных цепей с помощью промежуточных реле, которые для экономии кабеля принято устанавливать в ячейке в шкафу зажимов в РУ.

8.2. Кабельные связи между ячейками РУ для получения внешней информации, кабельные связи между РУ разных напряжений при выполнении блокировки разъединителей в ячейке трансформатора, а также кабельные связи по ячейке одного присоединения имеют большую протяженность, плохие условия эксплуатации и отсутствие какого-либо контроля, т.к. его невозможно осуществить при последовательном соединении контактов. В этих цепях эксплуатацией отмечается частая "земля", поиск которой затруднен из-за невозможности ограничить участок поиска.

8.3. На существующих ПС в схемах с использованием КСА, которые ненадежны и отказывают в работе, не выполнен контроль достоверности информации о состоянии разъединителя.

8.4. Указанные недостатки привели к тому, что на многих ПС оперативная блокировка выведена из действия или даже не смонтирована при строительстве из-за ненадежности действия, а там, где она введена в эксплуатацию, наблюдаются случаи несанкционированного вывода устройства блокировки в случае запрета

операции, т.е. отсутствия разрешающего сигнала, что может привести к ошибочным операциям.

9. Пути повышения надежности оперативной блокировки разъединителей РАО "ЕЭС России неоднократно проводило совещания эксплуатирующих и проектных организаций по вопросам повышения надежности работы электромагнитной блокировки разъединителей.

В 1995 г. институту "Энергосетьпроект" совместно с фирмой "ОРГРЭС" Департамент электрических сетей РАО "ЕЭС России" поручил выполнить настоящую работу с целью составления технических требований на устройство оперативной блокировки разъединителей и разработки схем оперативной блокировки, повышающих её надежность.

В настоящей работе предложены пути повышения надежности электромагнитной блокировки разъединителей за счет:

- применения модернизированной аппаратуры электромагнитной блокировки, которая может быть использована на новых ПС и на существующих взамен старой;
- применения герконовых контактов взамен КСА, что также может быть рекомендовано не только для новых ПС, но и для установки на существующих разъединителях;
- новых схемных решений;
- применения новой элементной базы для построения схемы логики оперативной блокировки разъединителей.

9.I. Замена КСА на существующих ПС на герконовые контакты существенно повысит надежность существующих на ПС цепей электромагнитной блокировки за счет большей надежности работы самих контактов, а также благодаря решению проблемы, рассмотренной в 8.I., т.е. исключается отказ замыкания цепи блок-замка из-за оксидной пленки на контактах даже в том случае, когда количество контактов в цепи превышает 5.

9.2. Новые технические решения с использованием электромеханической аппаратуры - разработка института "Энергосетьпроект".

9.2.1. Информация о положении разъединителей и заземляющих разъединителей (в дальнейшем - *заземлителей*) собирается параллельными цепями и дублируется промежуточными малогабаритными реле-повторителями типа РЭП 25 Псковского электротехнического завода. Сбор информации параллельными цепями позволяет осуществить контроль целостности каждой цепи.

9.2.2. Для возможности оценки достоверности информации о положении разъединителей у каждого разъединителя используются 2 герконовых контакта, каждый из которых замкнут в одном из двух противоположных конечных положений разъединителя. Одновременное замыкание размыкающих контактов реле-повторителей двух герконов одного разъединителя означает либо неправильную информацию о положении разъединителя, либо обрыв цепи от геркона до реле-повторителя. При этом возможно заблокировать операцию с разъединителем или сформировать световой и звуковой сигнал о неисправности на щите управления или в месте производства операции с разъединителем. Институт предлагает сигнализацию неисправности, отказываясь от блокировки, считая, что сигнал дает оператору конкретное направление поиска неисправности, а блокирование операции, как и раньше, вызывает желание снять блокировку, что приведет к ошибочной операции.

9.2.3. Таким образом, для каждого разъединителя и заземляющего разъединителя устанавливается по 2 реле-повторителя, на контактах которых собирается алгоритм оперативной блокировки. Эти же реле могут быть использованы для информации о положении разъединителей, требуемой для других целей, например, для переключения цепей напряжения защит при переходе присоединения с одной системы шин на другую в схеме с 2-мя системами шин или для фиксации отключенного состояния линии для схем ПА при выводе её в ремонт, или для сигнализации положения разъединителя на ЩУ ПС. Ранее для этих целей использовались отдельные КСА шинных или линейных разъединителей и, соответственно, кабели от них на ОПУ.

9.2.4. Предлагается следующее размещение реле-повторителей разъединителей.

Реле-повторители шинных разъединителей рабочих и обходной (в схемах с обходной системой шин) систем шин, заземляющих разъединителей шин, разъединителей шиносоединительного выключателя (в схемах, где он есть), т.е. разъединителей общеподстанционного значения или непосредственно связанных с последними, должны устанавливаться в шкафу (или панели) на ОПУ или РЩ, общем для РУ. Такое решение позволяет исключить поперечные связи между ячейками, а цепи разрешения операций с шинными заземляющими разъединителями или с разъединителями присоединений на обходную систему шин собрать в этом шкафу (или на панели)

Реле-повторители разъединителей и заземляющих разъединителей каждой ячейки предлагается установить в шкафу в РУ в этой ячейке, и все цепи ОБР ячейки собрать в этом шкафу. При этом для шинных разъединителей реле-повторители будут установлены и в шкафу в ячейке для участия в разрешении операций с другими разъединителями ячейки, и в шкафу на ОПУ (РЩ) для участия в цепях разрешения операций с разъединителями общеподстанционного значения.

Некоторое увеличение количества реле позволяет сохранить положенный в основу принцип контроля целостности цепей от герконов разъединителей во всех случаях включения их в схему, а также дает возможность сократить расход кабеля по сравнению с традиционной схемой, исключив поперечные связи между ячейками. Сокращение расхода кабеля, кроме того, определяется использованием контактов реле-повторителей во всех цепях, в то время как в традиционной схеме требовалось прокладывать кабель к блок-контакту одного разъединителя столько раз, сколько их было занято в схеме.

В свою очередь, решение обеспечить достоверность получаемой информации о положении разъединителя приводит к увеличению расхода кабеля за счет использования двух контактов одного разъединителя для получения информации о положении.

Сравнительный анализ расхода кабеля при предлагаемом выполнении схемы с реле-повторителями и традиционном (последова-

тельные связи по РУ без контроля достоверности) был проведен для схемы "Две рабочие и обходная системы шин 110 кВ". Схема с проверкой достоверности информации (с реле-повторителями) требует в 1,5 раза больше кабеля, чем традиционная.

9.2.5. Предлагаемая схема с реле-повторителями разъединителей имеет следующие преимущества по сравнению с традиционной:

- информация о положении разъединителей собирается параллельными цепями, что позволяет осуществить контроль целости каждой цепи;
- схема выполняется с проверкой достоверности информации о положении разъединителя, для чего используются два геркона каждого разъединителя;
- выполняется световая сигнализация в РУ неисправности каждой цепи и общий на ячейку световой и звуковой сигнал неисправности на ОПУ;
- из-за отсутствия поперечных связей между ячейками облегчается поиск "земли" в цепях ОБР;
- информация о положении разъединителей в схеме ОБР может быть использована для подключения цепей измерения и защит к ТН, а также для других целей.

9.3. Новые технические решения с использованием бесконтактной жесткой логики - разработка фирмы ОРГРЭС.

9.3.1. Простота и наблюдаемая уже в течение многих лет неизменность алгоритмов блокировок оперативных переключений коммутационных аппаратов электрических подстанций позволяет применить для реализации этих алгоритмов устройства, носящие общее типовое наименование "Устройства жесткой логики действия", к которым наряду со схемами на электромеханических реле, относятся некоторые устройства с использованием микросхем малой интеграции.

Высокая устойчивость к условиям окружающей среды позволяет размещать устройства жесткой логики в ящиках без специального обогрева на порталах открытых распредустройств, экономя при этом большое количество кабельной продукции по сравнению с вариантом размещения этих устройств на ОПУ. Сравнительно легко для блокировки оперативных переключений решается вопрос электромагнитной совместимости схем жесткой логики с высоковольтным

оборудованием, ввиду отсутствия в алгоритмах блокировок каких-либо требований к динамике (крутизне фронтов) входной или выходной информации.

9.3.2. Коммутационные силовые аппараты подстанций при всем разнообразии схем последних всегда подразделяются на:

- аппараты присоединений подстанции, собираемые в ячейки на одно присоединение;
- общеподстанционные аппараты, обслуживающие переключения всей или части присоединений подстанции.

Как показал проведенный анализ схем логики для наиболее распространенных схем электрических соединений подстанций, плату схемы бесконтактной жесткой логики блокировок оперативных переключений на подстанциях наиболее рационально формировать таким образом, чтобы на ней размещались цепи логики как для индивидуальных аппаратов присоединений, так и для общеподстанционных аппаратов. Избыточность плат при этом не превысит по нашим оценкам I5-20%, зато унификация плат составит для большинства распредустройств все I00%.

9.3.3. Конкретное выполнение схем бесконтактной логики зависит от элементов логики, применяемых для этого. При создании схем должны употребляться только элементы потенциального (неимпульсного) управления, а именно элементы И, ИЛИ, НЕ (вариант И-НЕ, ИЛИ-НЕ) и потенциальные усилители логических сигналов. Широко могут и должны применяться фильтры низких частот. Элементная база должна полностью отвечать техническим требованиям на ОБР. Разумно внешние выходы бесконтактной логики выполнять с помощью контактных средств. Особенно подходящими в этом плане представляются герконовые контакты, принятые для сигнализации положения разъединителей на открытых подстанциях, ввиду их проверенной надежности и климатической стойкости. Выходные контакты должны быть всегда замыкающими, что дополнительно повысит надежность схем в целом.

9.3.4. Схемы должны быть выполнены с проверкой достоверности информации о положении разъединителей и сигнализацией неисправности каждой цепи в РУ и обобщенной на ОПУ.

9.3.5. Учитывая низкие уровни напряжений, применяемых для бесконтактных схем, весьма желательно такое конкретное их выполнение, которое бы обеспечивало локализацию низкого напряжения в пределах одной цельной платы аппаратуры, без выхода этого напряжения на штепсельные разъёмы. Такое исполнение должно существенно повышать аппаратную надёжность схем логики. Внешние цепи логики должны выполняться на переменном или выпрямленном напряжении 220В при токах до 200мА.

9.3.6. Питание схем бесконтактной жёсткой логики блокировок оперативных переключений на электроподстанциях не должно предусматривать бесперебойности электроснабжения. Сомнительна и необходимость АВР этого питания. Более рациональна система двойного питания от разных источников оперативного напряжения с ручным переключением, но при этом потеря питания должна обязательно сигнализироваться в ящиках размещения логики на подстанции и на щите управления.

Конкретно для схем бесконтактной логики предпочтительным представляется переменное оперативное напряжение, так как при этом проще выглядят блоки питания полупроводниковой части логики. При этом блокировочные замки и реле, нуждающиеся в постоянном напряжении, должны подключаться через индивидуальные малогабаритные выпрямители.

9.3.7. Использование схем бесконтактной жёсткой логики блокировок оперативных переключений на подстанциях обеспечивает:

- максимальную экономию кабельной продукции;
- максимально возможную простоту логики размещения аппаратуры;
- отсутствие в составе логики динамических элементов, подверженных импульсным помехам;
- возможность деблокировки персоналом отдельных блокировочных замков, с обязательной сигнализацией такой деблокировки на щите управления;

- максимально возможную с учетом уже упомянутых принципов информативность схем на территории подстанции и на щите управления;
- возможность использования схем блокировки для выполнения некоторых дополнительных целей, например, подключения цепей измерения и защит к нужным трансформаторам напряжения.

9.4. Технические решения при реализации задачи оперативной блокировки в составе АСУ ТП подстанции - - разработка института "Энергосетьпроект".

9.4.1. Содержание задачи "Оперативная блокировка разъединителей".

Задача "Оперативная блокировка разъединителей" реализуется для разъединителей (заземляющих разъединителей), управляемых дистанционно, вручную с места установки , а также автоматически по программе (последнее в составе АСУ ТП).

Алгоритм задачи исключает ошибочные операции с разъединителями при наличии запрещающих условий и реализуется в соответствии с п.3.

Модуль на основании информации о текущем состоянии коммутационных аппаратов ОРУ, проверенной на достоверность, формирует управляющие сигналы, блокирующие управление разъединителями и заземляющими ножами.

Входной информацией задачи являются дискретные сигналы о положении каждой фазы коммутационного аппарата , проверенные на достоверность, а также сигналы деблокировки.

Выходной информацией задачи являются:

- сигнал блокировки - запрещения (разрешения) операции с разъединителями - на электромагнитный замок или реле блокировки в электродвигательном приводе;
- информация о вводе деблокировки на месте установки на ОРУ (в УСО, шкафу и т.д.) в виде обобщенного сообщения "СООБЩЕНИЕ" и его расшифровки в виде кадра отображения на дисплее и кадра информации для распечатки на ГЩУ;

Алгоритм достоверизации сигналов положения коммутационого аппарата, реализуемые в АМ "ДОСТОВЕРНОСТЬ КА" АСУ ТП состоит в проверке неравнозначности 2-х сигналов положения фазы или коммутационного аппарата в целом при любом устойчивом состоянии коммутационого аппарата.

Как отмечалось в п. 9.2.2 при равнозначности вышеуказанных сигналов возможно либо деблокировать предстоящую операцию с разъединителем (заземляющем разъединителем), либо ограничиться только сигнализацией наличия недостоверных датчиков положения КА на ГЩУ.

Наличие информации по трем фазам позволяет выявить фазу с недостоверной информацией, а также сделать предположение о неполнофазном переключении коммутационного аппарата с выявлением фазы.

Это сообщение о возможности неполнофазного режима формируется алгоритмическим модулем АСУ ТП.

Алгоритм может предусматривать при необходимости также дополнительную проверку достоверности сигналов : например, по положению смежного шинного разъединителя (при отключенном шиносоединительного выключателе).

Задача решается спорадически в цикле, т.е. опрос датчиков осуществляется в цикле, а обработка - достоверизация и логика - по изменению состояния сигнала.

9.4.2. Структура реализации задачи оперативной блокировки и размещение аппаратуры.

Начиная с 1994г. по отраслевой программе РАО ЕЭС России ОНТП 05 специально для АСУ ТП ПС разрабатывается программно- технический комплекс (ПТК) "Венец", имеющий 2 уровневую структуру функционально-модульного исполнения с локальной вычислительной сетью. Нижний уровень представляет собой набор функциональных программируемых контроллеров (ФК) и устройства связи с объектом (УСО). Функции ПТК реализуются в отдельных подсистемах,каждая из которых может работать также и в автономном режиме, используя соответствующий набор функциональных контроллеров нижнего уровня. Основные разработчики ПТК - Российский научно-исследовательский институт космического приборостроения (РНИИКП) и институт "Энергосетьпроект", изготовитель - РНИИКП.

Для решения задач АСУ ТП ПС в ПТК вводится большой объем информации, в том числе и информация о положении коммутационных аппаратов (КА) - по два сигнала от каждой фазы КА с целью проверки достоверности. Эта же информация будет использоваться для реализации алгоритма оперативной блокировки разъединителей, т.е. не требуется ввода специальной информации для подсистемы алгоритма оперативной блокировки разъединителей (ОБР).

Структура реализации оперативной блокировки разъединителей в составе АСУ ТП приведена на рис. 1.

Вся аппаратура ПТК "Венец" рассчитана на наружную установку при Т от -50 до +40 С.

Информация о положении коммутационных аппаратов ПС заводится одного или нескольких присоединений в УСО, которое может размещаться как в непосредственной близости от контролируемого оборудования, так и в помещениях РЩ и ОПУ, что определяется компоновкой оборудования конкретной ПС и технико-экономическими соображениями. Максимальное количество УСО равно количеству присоединений.

Логика схемы оперативной блокировки разъединителей решается в функциональном контроллере нижнего уровня (ФК).

Это может быть отдельный ФК, специально выделенный для реализации алгоритма оперативной блокировки разъединителей (ОБР), включая функции проверки достоверности коммутационного аппарата (ДКА). ФК может совмещать ряд функций (например управление и блокировки). Функции ДКА могут выполняться также на отдельном ФК.

ФК могут размещаться на ОРУ, в здании ОПУ и РЩ в зависимости от топологии ПС и структуры ПТК.

Связь УСО с ФК ОРУ, ФК с техническими средствами, устанавливаемыми на ОПУ (РЩ) осуществляется оптоволоконным кабелем.

9.4.3. АСУ ТП имеет свою систему гарантированного электропитания, подключенную к собственным нуждам ПС и аккумуляторной батарее.

9.4.4. Преимущество выполнения блокировки разъединителей в составе АСУ ТП ПС:

- подсистема ОБР не предъявляет дополнительных требований к ПТК АСУ ТП в части объемов информации, скорости опроса дискретных сигналов, надежности и т.д. ПТК АСУ ТП может полностью удовлетворить всем требованиям устройств ОБР. Гибкая логика микропроцессоров и режим последовательного решения задач позволяет на общих технических средствах реализовать все типы ОБР, используя количество подпрограмм, равное числу типовых схем соединений ПС;

- информация о положении оборудования общая для нескольких задач АСУ ТП ПС, нет необходимости в специальном сборе информации для решения вопросов блокировки разъединителей;

- АСУ ТП ПС имеет информацию о положении каждой фазы оборудования, что позволяет определить и выдать дежурному сообщение о переключении (или неперекючении) каждой фазы, проверить достоверность информации о положении каждой фазы и соответственно выдать информацию о неисправности то же пофазно.

При необходимости можно выполнить дополнительную проверку достоверности : например, по положению смежного шинного разъединителя (при отключенном шиносоединительном выключателе).

- кабельные связи, осуществляемые контрольным кабелем на выполнение блокировки, сокращаются за счет того, что поперечные связи между присоединениями ликвидируются,так как все эти связи реализуются в ФК; однако появляются радиальные связи УСО - ФК ОПУ (РЩ), выполняемые оптоволоконным кабелем;

- повышается надежность работы устройства блокировки разъединителей за счет постоянной внутренней автодиагностики системы;

- микропроцессорная техника имеет возможность при необходимости повышения надежности за счет резервирования как устройств УСО, так и ФК;

-при развитии ПС в направлении увеличения числа присоединений. РУ не требуется установки дополнительных ФК и изменения алгоритма.

9.5. Технические решения с использованием локального устройства на микропроцессорной технике - для ПС, не оснащенных АСУ ТП - разработки института "Энергосетьпроект" и РНИИКП.

9.5.1. Структура реализации локального устройства.

(На уровне технических предложений)

Структура локального устройства, разработанная на уровне технического предложения, приведена на рис. 2.

В непосредственной близости от присоединения размещается УСО вместе с микро-РС. Возможно одно УСО и один микро-РС на несколько присоединений.

Поперечные связи между присоединениями, обрабатываемые разными УСО и микропроцессорами, выполняются на уровне микро-РС с помощью магистрали RS 485. Эта магистраль представляет собой физическую витую пару проводов с ответвлениями, содержащими гальваническую развязку и аппаратуру обработки.

Максимально - допустимая длина магистрали 1,2 км.

Аппаратура локального устройства снабжена встроенными в УСО блоками питания, подключаемыми к собственным нуждам и аккумуляторной батареи ПС.

Алгоритм логики ОБР реализуется в микро - РС.

Входная информация аналогична указанной в п. 4. 1.

Устройство формирует управляющие сигналы, блокирующие цепи управления разъединителей и электромагнитные замки, имеет местную индикацию неисправности и выход ее на щит управления ПС (в схему сигнализации) и возможность деблокировки, на ОРУ.

Ввод информации в УСО осуществляется телефонным кабелем, вывод информации - контрольным кабелем.

Ориентировочная стоимость локального ОБР на 5 присоединений составляет 260 млн. рублей.

9. 5. 2. Преимущества локального устройства на микропроцессорной технике аналогичны приведенным для устройства в составе АСУ ТП (п. 9. 4. 4. - за исключением пункта о специальном сборе информации для ОБР).

Вопрос об использовании локального ОБР решается в каждом конкретном случае с учетом технико- экономических соображений.

10. Обзор и анализ решений зарубежных фирм по оперативной блокировке разъединителей.

10. 1. Устройство блокировки микропроцессорное 8ТК фирмы "Семенс" (по материалам фирмы "Семенс", перевод инженера ОРГРЭС К. К. Рязанцева, январь 1991г.).

10. 1. 1. В информации на устройство отмечается, что микропроцессорное устройство блокировки 8ТК разработано для контроля и блокировки дистанционно управляемых приводов и наиболее эффективно по стоимости и техническим возможностям в случае выполнения задачи не только оперативной блокировки разъединителей, но и автоматического выполнения операций по переключению.

10. 1. 2. Комплект устройства блокировки состоит из блоков по числу присоединений - максимум 16 (каждый блок обеспечивает условия блокировки одного присоединения) и центральных блоков шин (по одному на каждую секцию или систему шин). Между каждым индивидуальным блоком и центральным блоком осуществляется последовательная передача данных по четырехжильному экранированному

кабелю с медной сплеткой путем радиальных связей.

Индивидуальный блок оснащен одним микрокомпьютером, центральный блок- тремя, один из которых выполняет задачи блокировки общешинных аппаратов, второй осуществляет условия блокировки присоединений от общешинных аппаратов, третий - для контроля передачи информации ко всем блокам присоединений.

Индивидуальный и центральный блоки имеют модули с печатными платами.

На лицевой панели блока присоединения выполнена мнемоническая схема с функциональными ключами включить-отключить и элементами индикации положения. Предусматриваются два одинаковых ключа, которые для проведения операции включения или отключения должны быть нажаты одновременно двумя руками, что рассматривается как мера безопасности.

Предусмотрен тестовый контроль всех входных/выходных цепей, включая цепи управляющих реле. Электронный блок оборудован самоконтролем.

Блок блокировки имеет стандартный интерфайс телеконтроля.

Напряжение питания постоянным током = 220В.

Блоки могут эксплуатироваться при $T = \div 5 \div +55^{\circ}C$. В информации рассматривается их установка непосредственно в ячейке присоединения. Электронная часть блока отделена от модулей отключения, контроля и вспомогательного для исключения электромагнитного влияния токов в первичной цепи.

I0.I.3. Допускается использование деблокировочного ключа. В этом случае оперативный персонал берет всю ответственность на себя.

I0.I.4. В отличие от принципов блокировки, изложенных ранее в п.I, когда операции с выключателем не регламентируются положением разъединителей, настоящее устройство, обеспечивая логическую последовательность действий с разъединителями, запрещает включение выключателя, если разъединители в цепи этого выключателя полностью не включены.

Различие в логике требует дополнительного пояснения. Если бы в нашей схеме, выполненной на электромеханике, в цепь руч-

ного включения выключателя включить контакты реле-повторителей разъединителей, установленных в шкафу в РУ, пришлось бы из РУ на ОПУ вести 2 дополнительные жилы кабеля, т.к. цепь автоматического включения выключателя от АПВ или АВР, находящихся на панели ОПУ, не должна блокироваться контактами разъединителей. Более наглядно это можно показать в схеме на 2-м этапе работы.

Последовательность включения, принятая фирмой Сименс, обеспечивает исключение ошибочной операции, так же, как и принятая логика в нашей схеме.

10.1.5. При обеспечении главного условия-получения правильной информации о положении разъединителя от первичного датчика, что в большей степени достигнуто благодаря использованию герконов вместо КСА - применение устройства 8ТК имеет следующие преимущества:

- надежность получения и передачи информации и формирования разрешающих сигналов благодаря дублированию и автоматическому контролю исправности электронных устройств;

- возможность теми же средствами передать информацию на верхний уровень и осуществить передачу команд дистанционного управления со щита управления;

- экономия кабельной продукции;

- удобство обслуживания: подробная индикация неисправностей; замена модулей на неповрежденные; большой период между проверками (не менее 6 лет).

10.1.6. Институт считает назревшим решение вопроса о возможности автоматизации операций с разъединителями при переключениях в связи с выводом оборудования в ремонт или восстановлении схемы в послеаварийном режиме. Решение РАО "ЕЭС России" о применении разъединителей на напряжение выше 35 кВ только с электродвигательными приводами делает эту проблему актуальной.

При положительном решении вопроса об автоматическом управлении разъединителями применение микропроцессорного устройства 8ТК фирмы "Сименс" могло бы быть рекомендовано.

Для использования системы потребовалось бы вновь разработать:
- герметичный шкаф наружной установки для блоков системы;
- надежную схему обогрева шкафов с индивидуальной автоматикой обогрева;
- матобеспечение в соответствии с типовыми схемами электрических соединений в РФ;
- мероприятия по снижению уровня помех на ОРУ до величин, гарантируемых для микропроцессорных устройств по нормам МЭК.

10.2. Микропроцессорные устройства серии *SPAC* фирмы АВВ.

Концерн АВВ выпускает современные микропроцессорные устройства защиты и управления серии *SPAC* 000 со встроенным интерфейсом для последовательной передачи данных.

Модуль управления осуществляет:

- индикацию положения выключателя и разъединителей ячейки на лицевой плате модуля и передачу информации на уровень управления ПС через оптиковолоконную шину *SPA*;

- управление выключателем с места или от телекоманды через шину *SPA*;,

- программируемое управление выходами "отключать", "включить" через программу блокировки в зависимости от сигналов, подаваемых на внешние входы;

- программируемую пользователем блокировку от неразрешенных операций в зависимости от сигналов, подаваемых на внешние входы;

- измерение токов, мощности и энергии.

Устройства серии *SPAC* могут быть объединены и присоединены к системе управления ПС и диспетчерскому пункту сетью через модули присоединения типа *SPA* – *ZC*00 к оптико-волоконной шине связи *SPA*.

Таким образом, задача оперативной блокировки разъединителей в устройствах концерна АВВ решается в составе модуля управления, но для ее решения не предусматривается отдельное микропроцессорное устройство.

II. Выводы и рекомендации по выполнению и реконструкции устройств оперативной блокировки на ПС.

II.I. Институт предлагает обсудить с представителями эксплуатации энергосистем на совещании или путем переписки целесообразность контроля напряжения на ВЛ при операциях с линейным заземляющим разъединителем (см. п.4 записки).

II.2. Рекомендуется на существующих ПС заменить б/к разъединителей типа КСА на переключающее устройство типа ПУ на базе герконов (см. п.7 записки). Это приведет к значительному повышению надежности существующей схемы даже без ее реконструкции.

II.3. На существующих ПС, не оборудованных электромагнитной ОБР, а также на , ПС, не оборудованных АСУ ТП, рекомендуется схема ОБР на электромеханических реле, как легко доступная для реализации и имеющая надежные и удобные для обслуживания технические решения. Кроме того, предлагаемая схема экономична по расходу кабеля.

II.4. На ПС, оборудованных АСУ ТП, задачи ОБР должны быть решены в составе АСУ ТП.

II.5. На ПС, использующих микропроцессорные устройства для защиты и управления, задачи ОБР должны быть решены в составе этих же устройств управления.

II.6. Предлагаемые схемные решения на элементах жесткой логики рекомендуются для разработки заводом, т.к. при установке их в РУ достигаются высокие технические характеристики схемы, минимальный расход кабеля, удобство обслуживания. После разработки заводами элементов жесткой логики они могут быть рекомендованы к применению как наиболее ремонтопригодные и удобные для обслуживания.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

I. Правила устройства электроустановок (изд. 6-е), М., "Энергоатомиздат", I985г.

2. Правила технической эксплуатации электрических станций и сетей (изд. I4-е), М., "Энергоатомиздат", I989.

3. ГОСТ 689-90 (МЭК I29-84). Разъединители и заземлители переменного тока на напряжение свыше I000 В. Общие технические условия, М., I990.

4. ГОСТ I2.2.007.0-75^{X} Изделия электротехнические. Общие требования безопасности, М., I986.

5. ГОСТ I2.2.007.3-75х Электротехнические устройства на напряжение свыше I000 В. Требования безопасности, М., I986.

6. Краткие сведения по современным блокировкам РУ электростанций и ПС (по материалам фирмы "Симекс"). Перевод К.К.Рязанцева. ОРГРЭС, М., январь I99I.

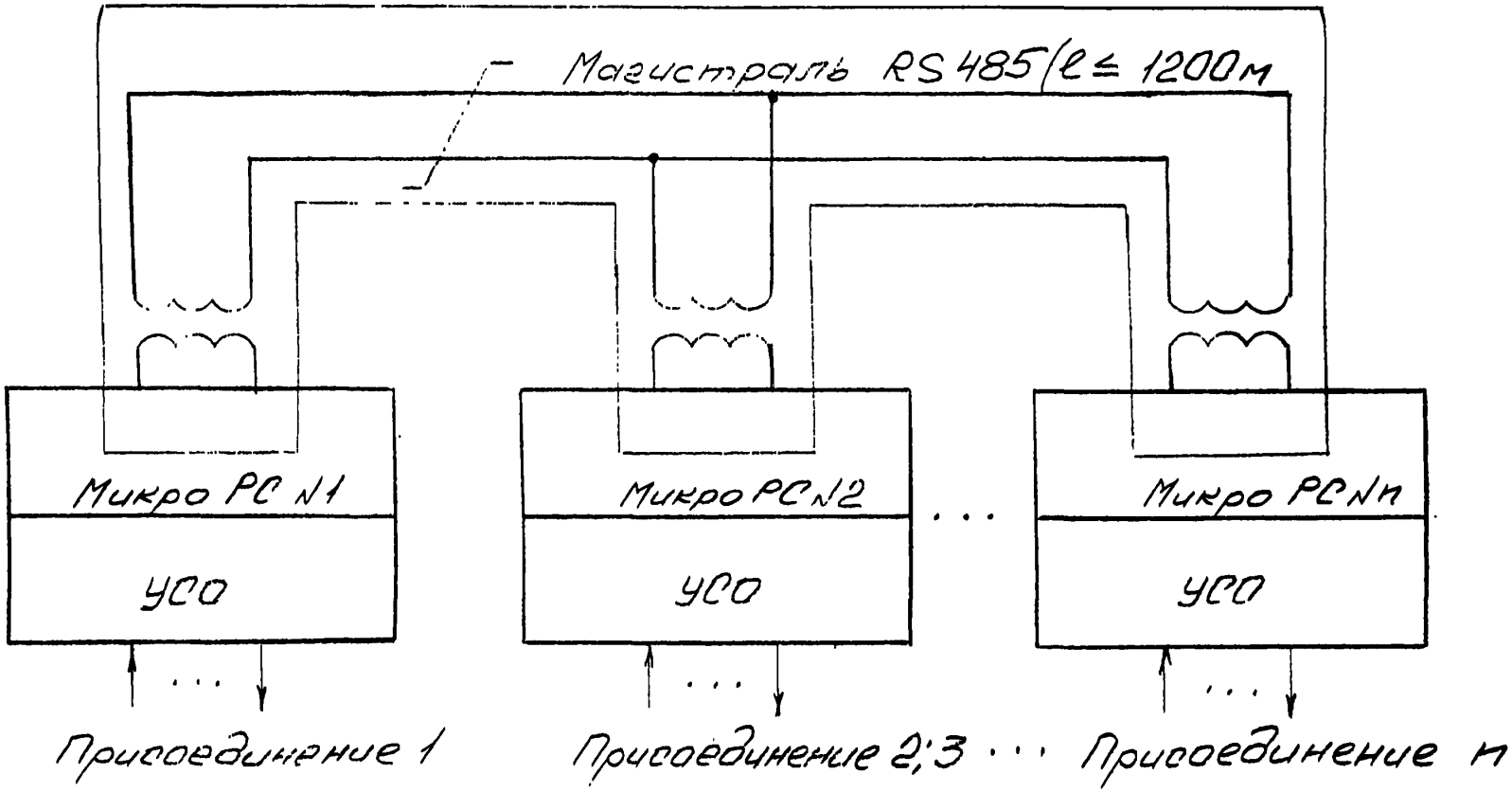

Рис. 2. Структурная схема локального устройства ОБР на микропроцессорной элементной базе.

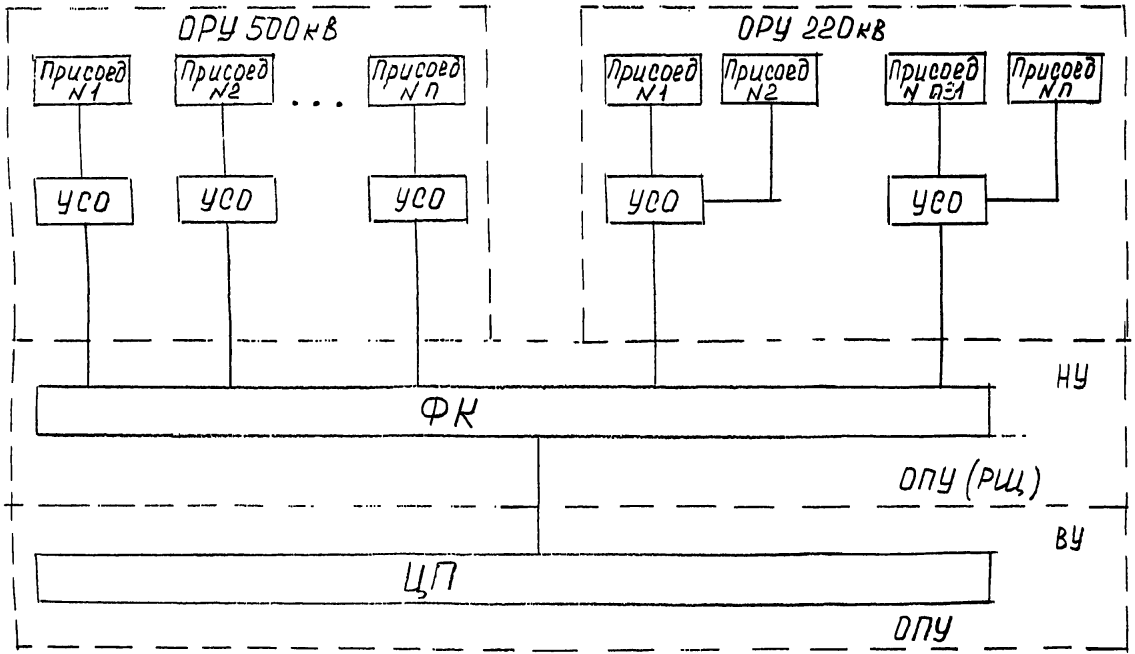

Рис 1. Структура блокировки оперативных переключений в составе АСУ ТП ПС.

gost.e-ecolog.ru