

ЦИФРОВОЙ КОНТРОЛЬ В ЭНЕРГЕТИКЕ

Великие расстояния, а с ними и большая протяжённость линий электропередачи, полноводные реки, которые обеспечивают существенную долю гидрогенерации, а значит, связанные с ней сезонные и другие ограничения: режим водопользования, судоходства, колебания водности. Все эти факторы делают сибирскую энергосистему первой в очереди на освоение цифровых технологий. Для эффективного управления режимами работы ОЭС Сибири применяют автоматизированные и автоматические системы управления: ПАК СМЗУ, ЦС АРЧМ и ЦСПА.



Беседавала Нина Бойко

О том, что обозначает каждая аббревиатура и насколько значимы эти технологии для энергосистемы в целом, мы поговорили с Андреем Останиным, заместителем главного диспетчера по режимам Филиала АО «СО ЕЭС» «Объединённое диспетчерское управление энергосистемы Сибири» (ОДУ Сибири).

— Андрей Юрьевич, что такое система мониторинга запасов устойчивости?

— Это цифровая система, которая в режиме реального времени определяет максимально допустимые перетоки мощности (МДП) в энергосистеме с учётом схемно-режимной ситуации, сложившейся в конкретный момент времени. Величина перетоков мощности по линиям электропередачи и сечениям — один из ключевых параметров, контролируемых диспетчерами Системного оператора при управле-

нии электроэнергетическим режимом. Чтобы обеспечить устойчивую работу энергосистемы, специалисты заблаговременно рассчитывают величину МДП в контролируемых сечениях для различных схемно-режимных ситуаций. В целях поддержания высокого уровня надёжности работы энергосистемы в расчёт закладываются значения МДП для наиболее тяжёлых режимных условий, при которых пропускная способность электросетевой инфраструктуры ниже потенциально возможной. Система мониторинга запасов устойчивости (СМЗУ) с определённой периодичностью выполняет расчёты допустимых перетоков с учётом сложившейся на момент расчёта схемно-режимной ситуации и предоставляет диспетчеру информацию о возможных в данный момент времени значениях МДП. В ОЭС Сибири применение СМЗУ для расчёта МДП обеспечивает до 700 МВт дополнительной пропускной способности магистральных ЛЭП. Кроме того, использование

К СЛОВУ

За первые пять месяцев 2019 года объём потребления электроэнергии на территории Красноярского края составил 19 976,2 млн кВт/ч, что на 1,3% больше, чем за аналогичный период 2018 года.

СМЗУ позволяет снизить загрузку наименее экономически эффективной генерации в одних частях энергосистемы и загружать наиболее эффективные электростанции в других. Это не только повышает надёжность функционирования энергосистемы, но и снижает необходимость строительства новой генерации. Программно-аппаратный комплекс СМЗУ (ПАК СМЗУ), разработанный «Научно-техническим центром ЕЭС» совместно с Системным оператором, внедрён в ОДУ Сибири в 2018 году.

— Какие объёмы информации обрабатывает ПАК СМЗУ?

— Система каждые 12 минут собирает около 10 000 параметров телеметрической информации о текущем режиме энергосистемы и всех энергообъектов, передаёт их на информационно-вычислительный сервер Филиала АО СО ЕЭС «ОДУ Сибири». ПАК СМЗУ анализирует поступившую информацию и определяет оптимальные параметры МДП с учётом сложившихся условий. Эти условия меняются быстро и зависят в том числе от динамики объёмов электропотребления. Например, бытовое потребление всегда имеет неравномерные значения в течение суток. Существенное влияние на динамику оказывают и промышленные потребители с неравномерным объёмом суточного электропотребления. В большинстве случаев это масса небольших предприятий, которые работают только днём — в крупных городах их доля нагрузки весьма существенна.

В целом величины дневной и ночной нагрузки ощутимо разнятся, что напрямую влияет на напряжение. Этот параметр необходимо поддерживать в допустимых диапазонах для того, чтобы система функционировала нормально и подобные «перепады» были минимально ощутимы потребителем.

Помимо неравномерности электропотребления, в энергосистеме постоянно происходят и другие изменения, связанные с работой генерирующего и сетевого оборудования. Вывод в ремонт, ввод после ремонта и запуск в эксплуатацию нового оборудования, аварийные отключения — все эти изменения и учитывает ПАК СМЗУ.

— Почему важно определять допустимые режимы работы в реальном времени?

— Поддержание необходимых параметров режима работы — задача, в решении которой средства автоматизации имеют важное значение. Человек не всегда «успевает» за процессом — изменения в энергосистеме могут происходить очень быстро, буквально за доли секунды. Если линия отключилась, «вручную» определить, насколько снизилась пропускная способность сети, — значит потратить на расчёты день-два, а нужно — прямо сейчас, чтобы использовать имеющиеся возможности, не ограничивая потребителей.

СМЗУ точно и быстро, в течение нескольких минут, определяет допустимые режимы работы, какие перетоки мощности допустимы в текущей схеме, при отключении, например, какой-либо линии или генератора. В системе мониторинга запасов устойчивости используются уникальные, специально созданные программы, современные цифровые технологии математического моделирования режима энергосистемы и оценки её состояния.

— Могли бы вы привести какой-то наглядный пример использования СМЗУ?

— Специалисты ОДУ Сибири использовали СМЗУ для решения задачи по передаче мощности Богучанской ГЭС в западную часть ЕЭС России. Согласно планам по строительству Богучанской ГЭС мощностью 3000 МВт, станция должна была обеспечивать нужды строящегося Богучанского алюминиевого завода (БоАЗ), рассчитанного на мощность 1200 МВт, и других перспективных промышленных предприятий Нижнего Приангарья. Однако к настоящему времени на БоАЗе запущена только первая очередь предприятия, и завод потребляет не более 500 МВт. Баланс нарушает также ещё не построенный Тайшетский алюминиевый завод, которому, согласно проекту, необходимо 1400 МВт. Плюс к тому в летний период избыточная мощность особенно ощутима во время навигации, потому что ГЭС обеспечивает, в частности, нужды речного хозяйства. В сложившейся ситуации ОДУ Сибири необходимо было распределить нагрузку и направить перетоки избыточной мощности в те части Единой энергосистемы страны, где есть потребность. Используя СМЗУ на участке сети от Братска до Казахстана протяжённостью более 2000 км, мы обеспечиваем максимальное использование пропускной способности электрической сети ОЭС Сибири для выдачи мощности ГЭС Ангаро-Енисейского каскада в западную часть ЕЭС России.

— Верно ли говорить, что одной только СМЗУ недостаточно, чтобы регулировать перетоки мощности, особенно в Сибири с её крупными ГЭС?

— СМЗУ определяет, насколько можно загрузить сеть, а централизованная система автоматического регулирования частоты и мощности (ЦС АРЧМ) отвечает за автоматическое поддержание одного из основных показателей качества электроэнергии — частоты тока в энергосистеме на нормативном уровне 50 Герц.

Снижение частоты в электрической сети — показатель того, что в энергосистеме возник дефицит мощности и нарушился энергетический баланс. Это опасный процесс, и если его на начальном этапе не остановить, то может произойти полный развал энергосистемы.

В ОТДЕЛЬНЫХ
СЦЕНАРИЯХ ЭФФЕКТ
ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЦСПА —
ДО

1000

МЕГАВАТТ

ЭФФЕКТ РАБОТЫ
ПАК СМЗУ В ОДУ
СИБИРИ — ОТ

100

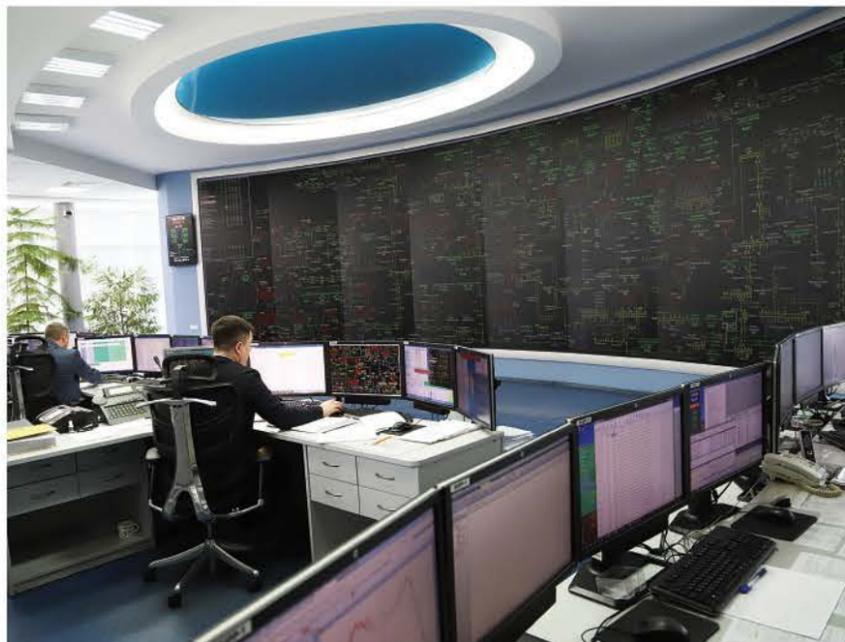
ДО

700 МВт

ДЛЯ СРАВНЕНИЯ: 700
МВТ — ЭТО ПОТРЕБЛЕНИЕ
КРУПНОГО ГОРОДА,
НАПРИМЕР, БАРНАУЛА
ИЛИ КЕМЕРОВО.

ОЭС СИБИРИ ЯВЛЯЕТСЯ ОПЕРАЦИОННОЙ ЗОНОЙ ФИЛИАЛА АО «СО ЕЭС» ОДУ СИБИРИ И ВКЛЮЧАЕТ В СЕБЯ 10 ЭНЕРГОСИСТЕМ, 8 ИЗ КОТОРЫХ РАСПОЛОЖЕНЫ НА ТЕРРИТОРИИ СФО, 2 — НА ТЕРРИТОРИИ ДФО. ОЭС СИБИРИ ОХВАТЫВАЕТ 12 СУБЪЕКТОВ РФ:

- РЕСПУБЛИКИ АЛТАЙ, БУРЯТИЯ, ТЫВА И ХАКАСИЯ;
- АЛТАЙСКИЙ, ЗАБАЙКАЛЬСКИЙ И КРАСНОЯРСКИЙ КРАЯ;
- ИРКУТСКАЯ, КЕМЕРОВСКАЯ, НОВОСИБИРСКАЯ, ОМСКАЯ И ТОМСКАЯ ОБЛАСТИ.



АРЧМ регулирует перетоки мощности с учётом требований к пропускной способности сети, поддерживает уровень частоты в соответствии с требованиями стандартов и обеспечивает требуемое качество электроэнергии у потребителя.

Исходя из специфики ОЭС Сибири, в автоматическом регулировании частоты и перетоков активной мощности в ОЭС Сибири участвуют гидроэлектростанции. Мощности ГЭС более мобильные, режим их работы можно изменить гораздо быстрее, чем, например, режим работы угольных или газовых станций. Кроме того, мощные сибирские ГЭС имеют большой регулировочный диапазон. Важно также и то, что оборудование ГЭС менее чувствительно к изменению режимов работы, в то время как на тепловых электростанциях температурные изменения увеличивают износ котельного оборудования.

АРЧМ в режиме реального времени выполняет обработку свыше 4700 параметров и выдаёт управляющие воздействия непосредственно на семь сибирских гидроэлектростанций.

Когда возникает дефицит мощности в ЕЭС России — например, на Урале или на Средней Волге — и необходима быстрая реализация резервов, мы можем оперативно восполнить дефицит соседних энергосистем, автоматически загрузив ГЭС. Таким образом, имеющиеся в Сибири резервы генерации можно использовать в других частях ЕЭС благодаря комплексному применению СМЗУ и АРЧМ. СМЗУ даёт возможность увеличить пропускную способность сети, АРЧМ регулирует перетоки мощности.

— Почему СМЗУ и АРЧМ особенно актуальны именно для сибирской энергосистемы?

— Это обусловлено особенностями объединённой энергосистемы Сибири: масштаб, высокая доля гидрогенерации, протяжённые электрические связи. В состав ОЭС Сибири входит 12 энергосистем, совокупная установленная мощность которых составляет 52 ГВт. Из них около 50% приходится на долю гидроэлектростанций. Причём в ОЭС Сибири сосредоточены крупнейшие ГЭС России, которые могут принимать участие в автоматическом регулировании частоты и перетоков активной мощности с достаточно большим регулировочным диапазоном.

Могут с уверенностью сказать, что сегодня Сибирский регион в освоении цифровых технологий в числе «передовиков». ОДУ Сибири стали первыми, кто испытал СМЗУ не только для управления электроэнергетическим режимом энергосистемы, но и в процессе актуализации расчётной модели второй ценовой зоны оптового рынка — для проведения расчётов на рынке на сутки вперёд и балансирующем рынке. Этот опыт использования СМЗУ распространяется сейчас и на другие объединённые энергосистемы.

— Андрей Юрьевич, вы рассказали о технологиях, которые позволяют обеспечивать эффективное и безаварийное управление энергосистемой. А какие существуют решения на случай аварийных ситуаций?

— В случае аварии главное — минимизировать число отключённых потребителей. Эту задачу решает централизованная система противоаварийной автоматики (ЦСПА). В ОДУ Сибири она внедрена в 2012 году. ЦСПА обеспечивает автоматическое противоаварийное управление с учётом сложившейся схемно-режимной ситуации, что позволяет уменьшить последствия аварий для потребителей.

При возникновении аварийной ситуации возможны различные негативные сценарии. Например, может выйти из строя оборудование станции, подстанции, могут быть повреждены кабельные и воздушные линии электропередачи. Крайняя ситуация — нарушение параллельной работы энергосистем, что приводит к отключению межсистемных связей и, как следствие, отключению потребителей в разных регионах. Чтобы предотвратить такие нарушения, локализовать аварию и не дать ей развиться, сохранить работоспособность энергосистемы, как раз и нужна система централизованного противоаварийного управления.

В режиме реального времени на сервер ЦСПА поступает более 50 000 параметров, которые цифровая система анализирует и по заранее заданным сценариям «выдаёт» на уровень энергообъектов решения, что делать дальше и как максимально сбалансировать режим. Таким образом мы осуществляем противоаварийное управление. Эта система позволяет на сотни мегаватт сократить воздействие на потребителей, когда происходят крупные серьёзные аварии.

— Как спасти оборудование?

— Это задача релейной защиты — максимально быстро и максимально точно определить повреждённый участок и отключить его от энергосистемы, сохранив работоспособность всей системы. Это позволяет оперативно восстановить нормальную работу энергосистемы — например, включить линию электропередачи после устранения короткого замыкания. Службы релейной защиты и автоматики выполняют технологическое сопровождение работы программно-аппаратного комплекса, обеспечивающего процессы, которые я описал ранее.

— Приведите пример эффективного противоаварийного управления.

— Вы, наверное, помните аварию на Саяно-Шушенской ГЭС в 2009 году. Системы противоаварийной автоматики и релейной защиты сразу отключили оборудование. Это вызвало кратковременное прекращение энергоснабжения потребителей на время, пока не были развёрнуты резервные мощности. Механических повреждений на станции избежать не удалось, так как поток воды серьёзно повредил машинный зал, но электросетевое оборудование уцелело. Если бы релейная защита и автоматика не сработали правильно и своевременно, то последствия для западной части Сибири были бы катастрофическими. Релейная защита спасла оборудование, а противоаварийная автоматика спасла энергосистему. Они действуют последовательно, но у них одна и та же цель: свести к минимуму последствия аварии даже в такой тяжёлой ситуации.

— Какие цифровые проекты ОЭС Сибири планирует реализовать в ближайшем будущем?

— Перспективным проектом Системного оператора является внедрение систем дистанционного управления подстанциями и ЛЭП. Они также основаны на цифровых технологиях и позволяют производить переключения в сети в несколько раз быстрее, чем раньше, при выполнении этих действий по отдельным командам диспетчерского персонала.

Совместно с ПАО «ФСК ЕЭС», ПАО «Россети» и ОАО «ИЭС» в 2020–2022 годах ОДУ Сибири планирует реализовать проект дистанционного управления из диспетчерского центра линиями электропередачи и подстанциями. В том числе запланировано организовать дистанционное управление на трёх подстанциях 500 кВ в Кемеровской и Иркутской энергосистемах, а также на ряде подстанций 220 кВ. Из них две в Алтайском крае, две в Республике Бурятия, одна в Забайкальском крае, три в Красноярском крае, одна в Кемеровской области и одна в Омской области. Всего 13 объектов электроэнергетики, и это только первый этап.

На подстанциях нового поколения все коммутационные аппараты имеют дистанционное управление по каналам связи. Диспетчер Системного оператора работает на АРМ — автоматизированном рабочем месте, где отображена схема подстанции. И он по заранее сформированным автоматизированным программам переключений с помощью компьютерной мыши может совершать необходимые действия, которые моментально реализуются на объекте. Если нужно вывести оборудование в ремонт, например, трансформатор, то диспетчер, используя программу переключения под конкретную схему, в специальном окне нажимает кнопку «вывести в ремонт трансформатор», и дальше всё происходит автоматически.

В настоящее время в Новосибирской энергосистеме реализуется пилотный проект дистанционного управления активной и реактивной мощностью Майминской солнечной электростанции установленной мощностью 25 МВт. Технология дистанционного управления мощностью ЭС в условиях отсутствия постоянного оперативного персонала на объекте увеличивает скорость реализации управляющих воздействий по приведению параметров электроэнергетического режима энергосистемы в допустимые пределы при предотвращении развития и ликвидации аварий в энергосистеме. С учётом результатов реализации пилотного проекта в 2020 году дистанционное управление будет реализовано ещё на трёх солнечных электростанциях суммарной мощностью 80 МВт.

Цифровые технологии дистанционного управления сокращают время выполнения операций, минимизируют риск ошибочных действий, связанных с человеческим фактором, и повышают безопасность персонала объектов энергетики.

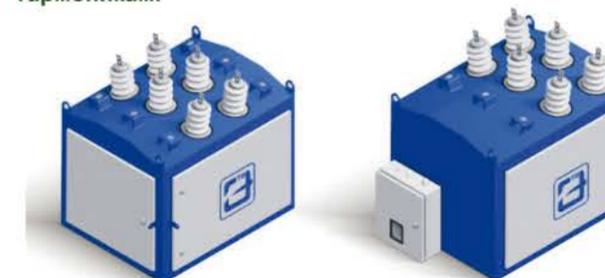


группа компаний

ЭНЕРГОТЕХМОНТАЖ



ГК «ЭТМ» — является производителем реклоузеров: OMS15 (6-10кВ), OSM27 (20кВ), OSM38 (35кВ). Нержавеющий корпус, гарантия — 5 лет, интеграция со SCADA, МЭК-61850, работа при -60...+55С, работа МПЗ по I / U / гармоникам.



Пункты учёта и секционирования столбовые ПУС/ЭТМ-10, ПСС/ЭТМ-10	Пункты коммерческого учёта электроэнергии столбовые ПКУ/ЭТМ-10
-----------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------



Камеры сборные одностороннего обслуживания КСО/ЭТМ-10	Комплектные распределительные устройства наружной установки КРУН/ЭТМ-10
-------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------

Группа компаний «Энерготехмонтаж» занимается проектированием, изготовлением, монтажом и пусконаладкой электрооборудования среднего напряжения 6(10) кВ — 35 кВ.

Работая с нами, Вы можете заказать как готовые, хорошо зарекомендовавшие себя типовые решения — проекты «под ключ», так и оборудование по индивидуальному проекту. Мы производим под торговой маркой ЭТМ ячейки КРУ, КСО, КРУН, КРН, ЯКНО, реклоузеры ПСС-6(10), ПУС-6(10), пункты коммерческого учёта ПКУ-6(10), ПКУ-35, комплектные трансформаторные подстанции БКТП, КТП, КТПНУ, шкафы оперативного тока ШОТ.

Подробнее на www.etmz.ru

группа компаний
ЭНЕРГОТЕХМОНТАЖ

+7 (495) 108-11-40
г. Москва, ул. Вольная, 39
info@etmz.ru