



Что такое СМЗУ?

текст: пресс-служба СО ЕЭС,
Анна Соколова

Строительство и реконструкция сетевой инфраструктуры – не единственный способ поднять объём перетока. «Системный оператор» (СО ЕЭС) с 2013 года внедряет систему мониторинга запасов устойчивости (СМЗУ), которая позволяет в среднем на 10–20% увеличить использование пропускной способности электросетей.



▲ Внедрение в этом году СМЗУ для четырёх сечений в Хакасии повысило эффективность работы тяговых транзитов Транссиба

Система мониторинга запасов устойчивости используется для

18%

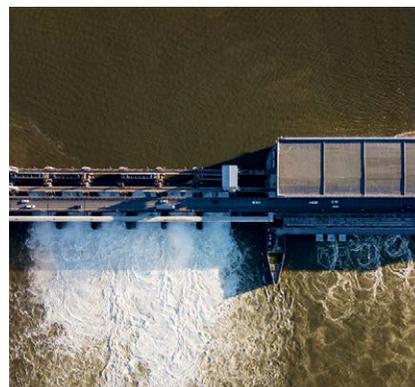
сечений в Единой энергосистеме России

Строительство и реконструкция сетевой инфраструктуры – не единственный способ поднять объём перетока.

«Системный оператор» (СО ЕЭС) с 2013 года внедряет систему мониторинга запасов устойчивости (СМЗУ), которая позволяет в среднем на 10–20% увеличить использование пропускной способности электросетей.

Система мониторинга запасов устойчивости – это программный комплекс, разработанный «Системным оператором ЕЭС» и НТЦ ЕЭС. Чтобы описать его работу, для начала поясним несколько терминов. Электросетевая инфраструктура – это не только линии электропередачи, но и трансформаторы, коммутационные аппараты и прочее. Все эти элементы в своей последовательности создают связь между частями энергосистемы. А совокупность всех этих элементов в одной или нескольких связях называется сечением – это первый герой нашего рассказа. Если быть точнее, то мы будем говорить о контролируемых сечениях – перетоки мощности в них контролируются, чтобы обеспечить надёжную и устойчивую работу энергосистем.

Второе важное понятие – максимально допустимый переток (МДП) активной мощности (его расшифровывать не будем, так как из названия понятно,



▲ СМЗУ на 20% увеличила использование пропускной способности сети между центром и западом Новосибирской энергосистемы

Работу по созданию и внедрению СМЗУ в объединённых энергосистемах (ОЭС) «Системный оператор» и НТЦ ЕЭС начали в 2013 году. Для реализации пилотного проекта была выбрана ОЭС Северо-Запада, где возникла проблема запертой мощности Кольской АЭС и остро встал вопрос увеличения максимально допустимых перетоков по Коло-Карельскому транзиту. Через два года система была введена в промышленную эксплуатацию в операционных зонах ОДУ Северо-Запада и Кольского РДУ. В 2016 году в ОДУ Северо-Запада появилась новая версия системы с функцией определения максимально допустимых перетоков с учётом обеспечения сохранения динамической устойчивости энергосистемы, то есть способности энергосистемы возвращаться к установившемуся режиму после значительных возмущений. По итогам успешной промышленной эксплуатации новой версии в этом же году началось распространение отработанной технологии в ЕЭС России. На начальном этапе масштабирования СМЗУ вводилась на двух приоритетных контролируемых сечениях в каждой объединённой энергосистеме.

что речь идёт о наибольшем перетоке в сечении). И третье понятие – аварийное возмущение. Это сочетание первоначального возмущения (обычно короткого замыкания) и последующих изменений исходной схемы энергосистемы. Существует ещё «нормативное возмущение» – его необходимо учитывать при проверке выполнения требований к устойчивости энергосистем, а также при определении максимально допустимых и аварийно допустимых перетоков активной мощности в контролируемых сечениях.



В

еличина перетоков активной мощности в электросетях, в том числе в контролируемых сечениях, – один из ключевых параметров, который регулируют диспетчеры «Системного оператора». Они определяют объём допустимых перетоков для различных схемно-режимных ситуаций (это делается на основании расчётов устойчивости энергосистемы и в соответствии с действующими нормами). До внедрения СМЗУ обеспечить надёжную работу энергосистемы можно было, только заранее определив допустимые перетоки для наиболее тяжёлых режимных условий. Сделать это в онлайн-режиме было невозможно, так как расчёты занимали много времени. Конечно, эффективность использования пропускной способности электросетей при этом предсказуемо снижалась.

В системе мониторинга запасов устойчивости благодаря использованию самых современных достижений информационных технологий и расчётных алгоритмов величина максимально и аварийно допустимых перетоков мощности автоматически определяется в режиме реального времени. Онлайн-расчёт позволяет учитывать текущую ситуацию в энергосистеме и поэтому даёт дополнительные возможности по использованию пропускной способности электросетей и выбору оптимального алгоритма управления режимами энергосистемы без снижения уровня её надёжности.

Использование СМЗУ позволяет повысить объём допустимого перетока в контролируемом сечении и за счёт этого снизить загрузку наименее экономически эффективной генерации в одних частях энергосистемы и загрузить наиболее экономичные электростанции в других (только если речь не идёт о наиболее тяжёлых балансовых ситуациях). Кроме того, с помощью СМЗУ можно минимизировать объёмы ограничений потребления или выдачи мощности станций в послеаварийных режимах.

Ф

изически программный комплекс СМЗУ устанавливается на информационно-вычислительных серверах филиалов «Системного оператора» –



объединённых и региональных диспетчерских управлений (ОДУ и РДУ). Он работает непрерывно в циклическом режиме. Цикл расчёта начинается с чтения телеметрической информации о текущем режиме, поступающей из оперативно-информационного комплекса (это основа комплекса автоматизированных систем СО ЕЭС). Затем происходит оценка состояния и формирование расчётной математической модели, описывающей текущее состояние энергосистемы.

Следующий шаг – расчёт допустимых перетоков в контролируемых сечениях в соответствии с «Методическими указаниями по устойчивости энергосистем» (они содержат требования к обеспечению надёжности энергосистем, а также надёжности и безопасности энергообъектов и энергопринимающих установок). Расчёты выполняются для заданных аварийных процессов, которые соответствуют нормативным возмущениям. В завершение цикла информация о допустимых перетоках представляется диспетчеру в виде таблиц и графиков. Расчёты в СМЗУ по времени занимают от одной до десяти минут в зависимости от сложности модели



СМЗУ позволяет повысить эффективность использования пропускной способности электросетей в среднем на

10–20%

(до 800 МВт)



Евгений Сацук, начальник службы внедрения противоаварийной и режимной автоматики «Системного оператора»:

v

– Оперативный учёт пропускной способности сети, особенно в наиболее загруженных сечениях, необходим для выбора оптимального управления режимами работы энергосистемы. Заблаговременно определить сетевые ограничения «на все случаи жизни» в энергосистеме невозможно из-за многообразия схемно-режимных ситуаций. Поэтому по результатам расчётов устойчивости обычно определяются минимально возможные значения МДП для наихудших балансовых режимов с целью обеспечения устойчивого функционирования энергосистемы. СМЗУ компенсирует эту особенность, с определённой периодичностью предоставляя диспетчеру информацию о возможном максимально допустимом перетоке, при котором сохраняется текущий уровень надёжности.

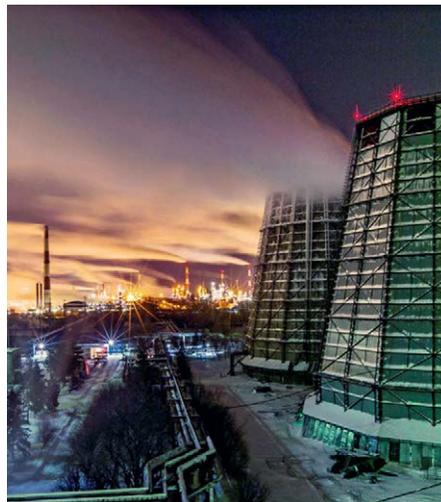
Изначально при разработке СМЗУ мы исходили из того, что она будет выдавать необходимую информацию диспетчерскому персоналу, то есть, по сути, будет автоматизированной системой. Затем появилась идея превратить её в полностью автоматическую систему как некое развитие системы автоматического регулирования частоты и активной мощности (АРЧМ), которая так же, как и СМЗУ, работает по текущим параметрам режима энергосистемы. Дело в том, что системы АРЧМ в ОЭС Сибири, ОЭС Юга и ОЭС Северо-Запада работают в том числе в режиме автоматики ограничения перетоков, для которой установкой является заранее рассчитанная величина МДП, определённая Положением по управлению режимами. Если вместо неё взять значения максимально допустимых перетоков от СМЗУ, то автоматика будет ограничивать переток по текущему режиму. В настоящее время эта идея уже реализована.

энергосистемы и тяжести текущего режима.

Внедрение этой технологии позволяет повысить эффективность использования пропускной способности электросетей в среднем на 10–20% (до 800 МВт) в ряде схемно-режимных ситуаций.

На сегодняшний день цифровая система мониторинга запасов устойчивости используется для 281 сечения ЕЭС России – это около 18% от их общего числа. Лидером является ОЭС Сибири, где СМЗУ используется на 120 сечениях. В ОЭС Юга она внедрена на 52 сечениях, в ОЭС Урала – 37, ОЭС Северо-Запада – 29, ОЭС Средней Волги – 15, ОЭС Востока – 13, ОЭС Центра – 11. Также она используется для четырёх сечений на уровне ЕЭС.

В дальнейших планах «Системного оператора» – увеличение количества сечений, контролируемых СМЗУ, развитие и совершенствование системы. Одним из перспективных направлений развития системы является её использование не только для управления электроэнергетическим режимом энергосистемы, но и в качестве технологического рыночного инструмента при формировании расчётной модели для рынка электроэнергии в сегментах рынка «на сутки вперёд» и балансирующего рынка.



▲ СМЗУ на 15% увеличила допустимые перетоки в сечениях, которые включают в себя ЛЭП от Омских ТЭЦ-3 и ТЭЦ-4

→