



*А.Ю. Останин,  
заместитель главного диспетчера по режимам*

## **Централизованная система противоаварийной автоматики ОЭС Сибири. Существующие возможности и задачи развития**

При эксплуатации энергосистемы неизбежны аварийные отключения элементов сети: линий электропередачи, генераторов, автотрансформаторов и т.д. Из-за отключения элементов электрической сети снижается ее пропускная способность – максимально возможная передача электрической энергии в текущий момент времени. Если спрос на электрическую энергию превышает пропускную способность электрической сети, то требуется вводить ограничения, что приводит к недоотпуску электрической энергии на электростанциях или к нарушению электроснабжения потребителей.

Эффективным средством повышения пропускной способности электрической сети является применение противоаварийного управления. По факту наступления аварийных отключений в электрической сети устройства противоаварийной автоматики вводят управляющие воздействия – отключение заранее выделенных генераторов электрических станций или наименее ответственных потребителей электрической энергии. Реализация управляющих воздействий позволяет сбалансировать текущий спрос на электрическую энергию и пропускную способность сети. Кроме того, ввод управляющих воздействий по факту аварийных отключений позволяет значительно снизить объем нарушения электроснабжения потребителей по сравнению с нарушениями при развитии аварийного процесса. Локальные устройства предотвращения нарушения устойчивости (ЛАПНУ) настраиваются заранее, для конкретного набора схем сети и учитывают наиболее тяжёлые режимные условия (принцип II-ДО). Такая настройка гарантирует эффективную работу ЛАПНУ во всех возможных схемно-режимных ситуациях, но в большинстве случаев приводит к избыточному отключению генерации или нагрузки потребителей, так как реальная схемно-режимная ситуация, как правило, легче расчётной.

Сопутствующий процесс улучшения аппаратной части устройств противоаварийной автоматики и развития информационных технологий позволяет создавать производительные вычислительные платформы, способные обеспечить выбор настроек ЛАПНУ в режиме реального времени. Выбор настройки устройств ЛАПНУ в режиме реального времени обеспечивает снижение величин управляющих воздействий. Для решения этой задачи в ОЭС Сибири с 2012 года функционирует централизованная система противоаварийной автоматики (ЦСПА).

ЦСПА предназначена для предотвращения нарушения электроснабжения и минимизации последствий аварийных событий для потребителей электрической

энергии с учётом текущей схемно-режимной ситуации в энергосистеме (принцип I-ДО).

Общая структура ЦСПА ОЭС Сибири представлена на рис. 1. ЦСПА состоит из:

- программно-технического комплекса верхнего уровня (ПТК ВУ), устанавливаемого в ОДУ Сибири;
- шести комплексов ЛАПНУ, устанавливаемых на объектах электроэнергетики;
- оборудования и каналов передачи данных для обмена информацией между ПТК ВУ и ЛАПНУ.

Основными функциями ПТК ВУ ЦСПА ОЭС Сибири являются:

- получение от (оперативно-информационного комплекса (ОИК) ОДУ Сибири телеметрической информации о текущем электрическом режиме ОЭС Сибири;
- оценивание параметров текущего электрического режима ОЭС Сибири и составление математической модели текущего электрического режима;
- расчет управляющих воздействий для ЛАПНУ с использованием математической модели текущего электрического режима;
- передача в ЛАПНУ информации о рассчитанных управляющих воздействиях;
- прием от ЛАПНУ информации о подготовленных к реализации управляющих воздействиях.

В состав ЦСПА ОЭС Сибири в настоящий момент входят шесть ЛАПНУ, в которых реализован 61 пусковой орган.

Расчетная модель ПТК ВУ ЦСПА ОЭС Сибири состоит из связей напряжением 500, 220, 110 кВ ОЭС Сибири от энергосистемы Омской области до энергосистемы Иркутской области включительно, а также части ОЭС Казахстана, ОЭС Урала и ОЭС Средней Волги.

Объем управляющих воздействий, доступный ЦСПА ОЭС Сибири, составляет 8430 МВт на отключение генерации и 4150 МВт на отключение нагрузки.

Ежесекундно на основе актуальной телеметрической информации, поступающей из ОИК, в ПТК ВУ ЦСПА ОЭС Сибири воспроизводится математическая модель текущего режима работы ОЭС Сибири. Используя заданный набор аварийных возмущений, который соответствует пусковым органам ЛАПНУ, в ПТК ВУ ЦСПА ОЭС Сибири производится моделирование послеаварийных режимов для каждого пускового органа в отдельности. При фиксации в математической модели текущего режима работы ОЭС Сибири недопустимого послеаварийного режима производится выбор управляющих воздействий. Выбранные управляющие воздействия посредством каналов передачи данных поступают в ЛАПНУ и выставляются на исполнительные устройства ЛАПНУ.

При поступлении в ЛАПНУ аварийного сигнала срабатывает соответствующий пусковой орган, и происходит реализация управляющих воздействий, которые были выбраны в ПТК ВУ ЦСПА ОЭС Сибири.

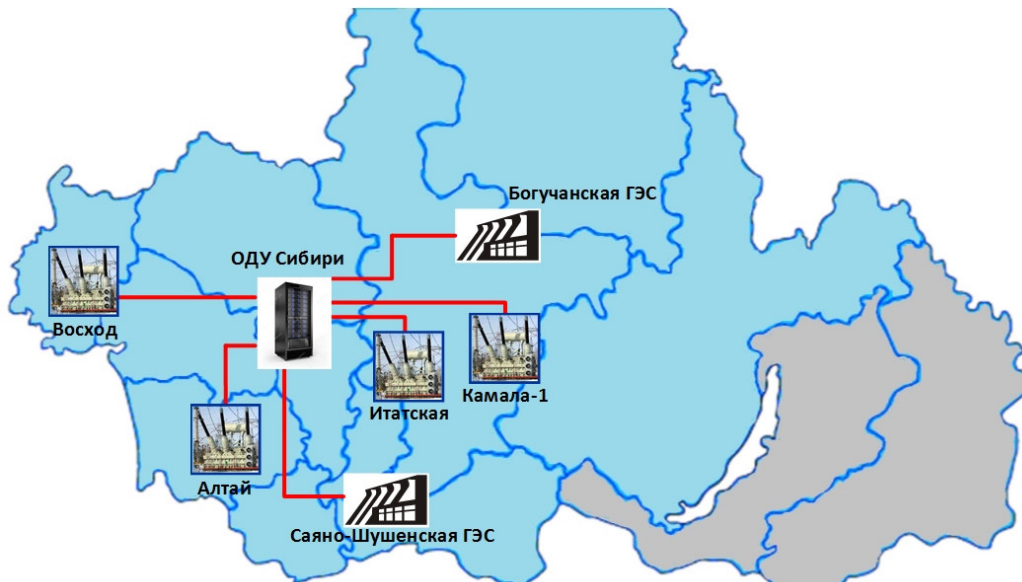


Рисунок 1. Структурная схема ЦСПА ОЭС Сибири

Выделяется несколько преимуществ выбора управляющих воздействий по алгоритму I-ДО в сравнении с алгоритмом II-ДО.

*Адаптивность.* Управляющие воздействия выбираются для текущей ситуации. За счет этого обеспечивается минимизация управляющих воздействий. Максимальный эффект минимизации управляющих воздействий в ОЭС Сибири составляет до 400 МВт на отключение генерации и до 1000 МВт на отключение нагрузки.

*Гибкость.* В ПТК ВУ ЦСПА ОЭС Сибири возможно настроить в качестве аварийного возмущения отключение любого элемента расчетной модели. С учетом наличия в ПТК ВУ ЦСПА ОЭС Сибири контроля текущего ремонтного состояния элементов сети использование ЦСПА ОЭС Сибири позволяет получить актуальное противоаварийное управление вне зависимости от «глубины» ремонтной схемы сети.

*Координация действия двух ЛАПНУ,* одновременно осуществляющих функцию противоаварийного управления по факту возникновения одного и того же аварийного сигнала. За счет совместного выбора управляющих воздействий в ПТК ВУ ЦСПА ОЭС Сибири для двух ЛАПНУ достигается минимизация управляющих воздействий до 400 МВт.

Перспективными задачами развития ЦСПА ОЭС Сибири являются:

- подключение дополнительных ЛАПНУ в состав ЦСПА ОЭС Сибири;
- реализация выбора управляющих воздействий в ПТК ВУ ЦСПА ОЭС Сибири по условию обеспечения динамической устойчивости электростанций;
- учет действия автоматики ограничения перегрузки оборудования (АОПО) при выборе управляющих воздействий в ПТК ВУ ЦСПА ОЭС Сибири.