

SC B5 Protection and Automation
PS 1 Protection under system emergency conditions

Опыт применения противоаварийной автоматики в ЕЭС России

А.В. ЖУКОВ, Е.И. САЦУК

АО «СО ЕЭС», Россия

Zhukov@so-ups.ru

В единой энергетической системе (ЕЭС) России широко применяются системы противоаварийной автоматики (ПА), предназначенные для выявления, предотвращения развития и ликвидации аварийного режима энергосистемы. ПА предназначена для решения следующих основных задач:

- обеспечения надежной устойчивой работы генерирующего оборудования и потребителей электрической энергии при возникновении аварийных возмущений в энергосистеме;
- обеспечение «живучести» энергосистемы при возникновении аварийных ситуаций, связанных с нерасчетными аварийными возмущениями, каскадным развитием аварии, отказом или неправильной работой устройств РЗА;
- более полного использования пропускной способности электрической сети.

Решение указанных масштабных задач достигается координацией усилий государственных органов, субъектов электроэнергетики, потребителей электрической энергии, организаций, осуществляющих деятельность по разработке устройств и алгоритмов ПА, производителей устройств ПА, проектных и научно-исследовательских организаций.

Развитие технологии противоаварийного управления базируется на концептуальных подходах разработки и применения комплексов ПА: требованиях российской нормативно-технической документации, отечественных принципах интеграции комплексов ПА в систему РЗА ЕЭС России, типовых технических решениях, предусматривающих реализацию централизованных и децентрализованных принципов построения системы ПА в энергосистеме, принципов эшелонированности функционирования отдельных видов и комплексов ПА на различных стадиях развития аварийного процесса и т.п. Правомерность и эффективность российских принципов построения ПА подтверждается достигнутыми показателями надежности работы ЕЭС России на протяжении нескольких десятилетий.

В ЕЭС России применяются следующие виды ПА:

- автоматика предотвращения нарушения статической и динамической устойчивости работы энергосистемы или отдельных генерирующих узлов (АПНУ);
- автоматика ликвидации асинхронного режима в энергосистеме;
- автоматики ограничения аварийного отклонения частоты (автоматика ограничения повышения частоты (АОПЧ) и автоматика ограничения снижения частоты (АОСЧ), обеспечивающие возврат частоты в допустимые пределы при возникновении в энергосистеме больших аварийных небалансов активной мощности;
- автоматики ограничения аварийного отклонения напряжения (автоматика ограничения повышения напряжения (АОПН) и автоматика ограничения снижения напряжения (АОСН), ликвидирующие недопустимое отклонение

уровней напряжения при небалансах реактивной мощности в узлах электрической сети;

- автоматика ограничения перегрузки линий электропередачи или электрооборудования по току (АОПО) путем реализации управляющих воздействий на изменение потокораспределения мощностей в электрической сети с целью снятия недопустимой перегрузки, либо отключения перегруженного элемента сети.

Широкое применение в ЕЭС России централизованной и локальной противоаварийной автоматики позволяет предотвратить тяжелые системные аварии с длительным прекращением электроснабжения потребителей даже при наиболее неблагоприятном сочетании аварийных факторов в энергосистеме. При возникновении ненормативных каскадных аварийных ситуаций, при которых, несмотря на наличие АПНУ, возможно нарушение синхронной параллельной работы генераторов, значительное изменение частоты электрического тока или напряжений в узлах электрической сети, возникновение перегрузки линий электропередачи и оборудования объектов электроэнергетики, живучесть энергосистемы обеспечивается за счет широкого применения локальных устройств противоаварийной автоматики.

В докладе приведены технические требования, предъявляемые к различным видам ПА, принципы построения и технические решения по выполнению комплексов ПА, анализируется опыт применения и эксплуатации комплексов ПА в ЕЭС России, рассматриваются перспективные направления развития ПА.

Отдельно рассматриваются вопросы эффективности применения различных видов управляющих воздействий от ПА на изменение нагрузки объектов генерации, нагрузки потребителей электрической энергии, изменение топологии и потокораспределения активной и реактивной мощности в электрической сети, применение электрического торможения и т.п.

В докладе рассмотрены вопросы применения ПА условиях ввода в эксплуатацию в ЕЭС России зарубежного оборудования. Проблемы внедрения импортного первичного и вторичного оборудования в ЕЭС России связаны с различием в требованиях российской и зарубежной нормативно-технической документации (НТД). Учитывая необходимость решения данной проблемы, в докладе приведены примеры адаптации технических условий применения зарубежного генерирующего оборудования, алгоритмов функционирования и параметров настройки его систем управления к требованиям российских НТД, реализации на нем управляющих воздействий от комплексов ПА.

Задачами развития ПА в ЕЭС России являются: дальнейшее совершенствование алгоритмов противоаварийного управления, развитие программно-технических комплексов ПА на базе современных достижений в области цифровой техники и информационных технологий; учет тенденций развития электроэнергетики в направлении создания интеллектуальных энергосистем, изменения динамических характеристик энергосистем, связанных с внедрением распределенной генерации, включая возобновляемые источники электроэнергии (ВИЭ), инновационного оборудования на базе силовой электроники; применение технологии синхронизированных векторных измерений для задач ПА и т.п. В докладе анализируются результаты отечественных исследований и разработок в данном направлении.

Приведенный в докладе анализ применения ПА демонстрирует масштабность принятых в России решений по обеспечению надежности и устойчивости работы ЕЭС России в аварийных условиях, уровень технических решений по реализации автоматического противоаварийного управления и достигнутый уровень технического совершенства отечественных комплексов ПА.