РАЗРАБОТКА СИСТЕМ РЕГУЛИРОВАНИЯ РЕАКТИВНОЙ МОЩНОСТИ И НАПРЯЖЕНИЯ (НА ПРИМЕРЕ ОЭС ВОСТОКА)

АВТОРЫ:

ПЕЛЫМСКИЙ В.Л.

ВОРОНИН В.Т.,
К.Т.Н.

ШАМОНОВ Р.Г.,
К.Т.Н.
ОАО «ФСК ЕЭС»

МОРЖИН Ю.И.,
Д.Т.Н.
ОАО «НТЦ ФСК ЕЭС»

В 2011–2012 гг. ОАО «НТЦ электроэнергетики» разработало (по заказу ОАО «ФСК ЕЭС» и с привлечением ряда отраслевых и академических институтов) Концепцию развития интеллектуальной электроэнергетической системы России с активно-адаптивной сетью. Концепция устанавливает, что переход от энергосистемы к ИЭС ААС требует современных подходов не только в использовании нового оборудования и технологий в силовой части энергосистемы, но подразумевает и создание и освоение принципиально новых систем управления электроэнергетическими системами.

В рамках реализации этой программы в ОАО «НТЦ ФСК ЕЭС» в 2012 г. разработана концепция интеллектуальной энергосистемы конкретного региона – ОЭС Востока. Создание автоматической системы регулирования потоков реактивной мощности и напряжения в энергосистеме (далее – Система) определено в качестве пилотного проекта, развивающего идею ИЭС ААС в ОЭС Востока.

Подстанция 500/220/35/10 кВ «Амурская» (ОЭС Востока)

В рамках данного проекта запланированы следующие этапы:

- разработка концепции многоуровневого регулирования потоков реактивной мощности и напряжения в энергосистемах (вплоть до уровня ОЭС);
- формирование альтернативных подходов к регулированию потоков реактивной мощности и напряжения;
- разработка прототипов различных регуляторов перетоков реактивной мощности и напряжения и апробация их на полигоне;
- пилотное применение в ААС Востока различных регуляторов перетоков реактивной мощности и напряжения.

В концепции многоуровневого регулирования потоков реактивной мощности и напряжения в энергосистемах должны быть отражены:

- цели и задачи централизованного автоматического регулирования напряжения и реактивной мощности на следующих уровнях:
  - ОЭС в целом;
  - отдельные энергосистемы, входящие в состав ОЭС;
  - объекты энергосистемы, такие как подстанции, электростанции, район распределительной электрической сети, энергокластер (локальный район энергосистемы);
- описание целевых функций и технологических ограничений задачи оптимизации;
- состав и функции подсистем, входящих в Систему в границах ОЭС;

ПИЛОТНЫЕ ЗОНЫ ДЛЯ ВНЕДРЕНИЯ СИСТЕМ РЕГУЛИРОВАНИЯ ПОТОКОВ РЕАКТИВНОЙ МОЩНОСТИ И НАПРЯЖЕНИЯ В ОЭС ВОСТОКА

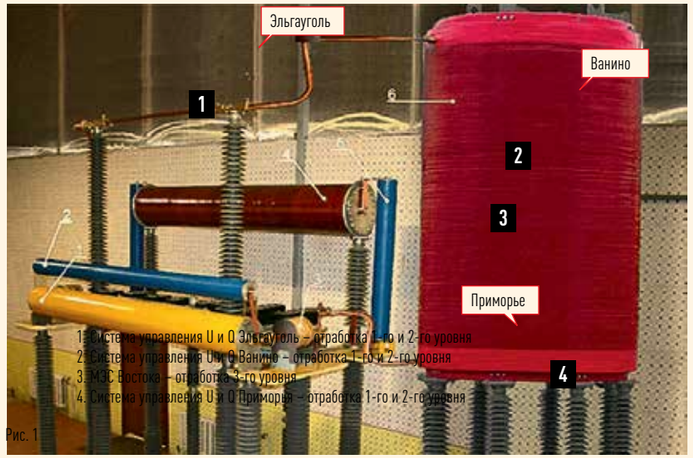

Рис. 1

- принципы действия Системы в границах ОЭС в нормальных, аварийных и послеаварийных режимах работы энергосистем;
- принципы взаимодействия подсистем различных уровней, входящих в Систему, между собой (как внутри ОЭС, так и между подсистемами параллельно работающих ОЭС, в т. ч. зарубежных), а также с прочими системами режимной и противоаварийной автоматики;
- состав субъектов электроэнергетики, которые должны принимать участие в создании, эксплуатации и развитии Системы, а также задачи и границы ответственности данных субъектов при централизованном автоматическом регулировании напряжения и реактивной мощности в энергосистемах.

В качестве альтернативных подходов к решению рассматриваемой задачи в настоящее время рассматриваются следующие:

- централизованное регулирование;
- управление на основе мультиагентного подхода.

Следует отметить, что принципы централизованного регулирования перетоков реактивной мощности и напряжения в настоящее время глубоко проработаны и широко применяются на практике при построении подобных систем управления в зарубежных энергосистемах. Однако в энергосистемах России подобный подход пока не реализован в силу ряда причин технического и организационного характера.

Мультиагентный подход применительно к системам управления интеллектуальными энергосистемами широко обсуждается в мире как весьма перспективный, но требует дополнительной всесторонней ме-

тодической проработки и апробации в условиях российских энергосистем.

В обоих подходах предполагается, что Система будет являться многоуровневой системой управления, включающей в себя отдельные объекты (устройств регулирования) в качестве первого уровня, группы объектов в составе энергорайона или территориальной энергосистемы в качестве второго уровня, ОЭС в целом в качестве третьего уровня.

Разработка различных прототипов Систем ведется в нескольких направлениях для различных потенциальных пилотных зон их применения.

Прототип Системы централизованного регулирования создается на базе Приморской энергосистемы. В данной энергосистеме в центре управления сетями Приморского ПМЭС внедряется современный программно-технический комплекс (далее – ПТК) для оперативно-технологического управления. ПТК обладает базовыми функциями, необходимыми для создания Системы: ведением модели сети; сбором и обработкой телеизмерений; расчетно-аналитическими функциями верхнего уровня, телеуправлением. Кроме этого, в последние годы в Приморской энергосистеме установлено большое количество управляемых средств компенсации реактивной мощности и новых трансформаторов с современными высоконадежными устройствами РПН, которые могут быть подключены к Системе.

Мультиагентный подход предполагается внедрить в отдельных энергорайонах с условными названиями «Эльгауголь» (электроснабжение Эльгинского угольного разреза в Амурской энергосистеме) и «Ванино» (транзит между подстанциями «Комсомольская» и «Ванино» в Хабаровской энергосистеме). В настоящее время в данных районах ведется сетевое строительство с установкой современных средств регулирования напряжения и компенсации реактивной мощности.

На рис. 1 показано расположение потенциальных пилотных зон на схеме ОЭС Востока.

Разработанные прототипы будут апробированы на полигоне, создаваемом в ОАО «НТЦ ФСК ЕЭС». Полигон предназначается для:

- создания, отработки и тестирования современных технических средств, программных продуктов и систем, обеспечивающих новые возможности при реализации проектов ИЭС ААС;
- корректировки технических требований и стандартов на существующие средства технической автоматизации, системы коммуникации и связи с целью поддержки функционирования интеллектуальной энергосистемы;
- обеспечения коммуникаций между разработчиками системы и потенциальными пользователями (субъектами электроэнергетики и потребителями);
- обсуждения и согласования требований, моделей, алгоритмов, стандартов и прототипов информационно-технологических систем управления на основе использования этих моделей;
- создания различных социально-технических моделей взаимодействия энергосистемы и общества.

По итогам апробации будут разработаны подробные технические требования к Системе в целом и ее отдельным компонентам при различных подходах к реализации, в т. ч. описывающие:

- состав Системы и ее типовую архитектуру;
- требования к ПТК верхнего уровня, в т. ч.:
  - состав функций ПТК, необходимых для работы Системы, и обобщенные требования к выполнению данных функций;
  - требования к информационному обмену между уровнями Системы (состав параметров, протоколы, периодичность, объемы и пр.);
  - требования к цикличности расчетов, выдаче управляющих воздействий и быстродействию ПТК;
  - требования к расчетной модели энергосистемы, используемой при работе Системы;
  - требования к интерфейсам и механизму задания и уточнения допустимых диапазонов изменения напряжения в узлах и токовых нагрузок связей электрической сети;
  - требования к интерфейсам и алгоритмам мониторинга резервов регулирования реактивной мощности и контроля допустимости их изменения;
  - требования к интерфейсам и механизму для задания и уточнения допустимых перетоков мощности в электрической сети;
  - требования к интерфейсам для оперативного выбора состава объектов управления – средств регулирования напряжения и компенсации реактивной мощности;
  - требования к интерфейсам взаимодействия ПТК Системы отдельной энергосистемы с ПТК верхнего уровня централизованного регулирования напряжения на уровне ОЭС (или с ПТК Систем соседних энергосистем);
  - требования к интерфейсам и функционалу мониторинга работоспособности и самодиагностики ПТК в части функционирования Системы (онлайн и ретроспектива), в т. ч. в части сигнализации об отклонениях от штатных условий функционирования Системы;
  - алгоритмы работы ПТК при срабатывании устройств режимной и противоаварийной автоматики в энергосистеме (ЛАПНУ, ЦСПА, АОСН, АОПН и пр.);
  - требования к интерфейсам ПТК, необходимым для приема и обработки сигналов о срабатывании устройств режимной и противоаварийной автоматики в энергосистеме;
  - требования к математическим моделям устройств режимной и противоаварийной автоматики, используемых в Системе в случаях, когда своевременное получение информации от реальных устройств автоматики невозможно;
  - алгоритмы работы Системы в нештатных режимах;
- требования к каналам связи между верхним уровнем управления и объектами;
- обобщенные требования к локальным регуляторам, обеспечивающим автоматическое регулирование на уровне объекта (группы объектов), в т. ч.:
  - типовой состав и архитектуру локального автоматического регулятора;
  - алгоритмы работы (для различного состава средств регулирования напряжения и компенсации реактивной мощности на подстанции) в следующих режимах:
    - в составе Системы;
    - в автоматическом режиме при самостоятельном локальном регулировании напряжения изолированно от Системы;
    - при ручном управлении со стороны оперативного персонала подстанции или центра управления сетями;
  - требования к протоколам информационного обмена между локальным регулятором и внешними ПТК (телемеханика, АСУ ТП подстанции, ПТК центра управления сетями);
  - требования к интерфейсам мониторинга работоспособности регулятора (онлайн и ретроспектива), в т. ч. в части сигнализации об отклонениях от штатных условий функционирования с учетом технологических ограничений (по температуре окружающей среды, по количеству коммутаций и пр.).

Общая схема реализации Системы в рамках ИЭС ААС Востока представлена на рис. 2.

Предполагаемый срок реализации первых этапов проекта – конец 2014 г.

Создание прототипа Системы третьего уровня предполагается на более поздних стадиях работ ИЭС ААС Востока.

СХЕМА РЕАЛИЗАЦИИ СИСТЕМЫ РЕГУЛИРОВАНИЯ ПЕРЕТОКОВ РЕАКТИВНОЙ МОЩНОСТИ И НАПРЯЖЕНИЯ В ИЭС ААС ВОСТОКА

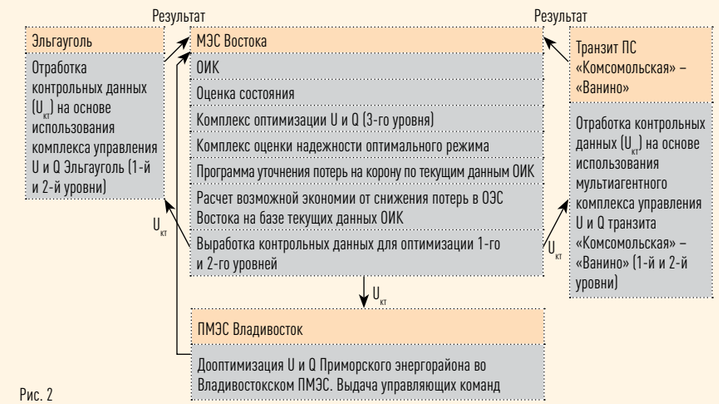

Рис. 2