

ДВУХУРОВНЕВАЯ СИСТЕМА ПРОТИВОАВАРИЙНОГО УПРАВЛЕНИЯ ОЭС СИБИРИ

ЗАО «Институт автоматизации энергетических систем»

А.С. ВТОРУШИН, О.В. ЗАХАРКИН, Е.Ю. ИВАХНЕНКО

Рассмотрены основные принципы организации двухуровневой координированной системы ПАУ ОЭС Сибири и решаемые ею задачи.

На основе результатов исследования условий устойчивости и взаимозависимостей режимов работы сечений схемы в ОЭС Сибири выделено 11 районов противоаварийного управления, которые должны контролироваться системой ПАУ ОЭС Сибири. Ввиду цепочечной структуры расположения районов противоаварийного управления в ОЭС Сибири возникла проблема организации взаимодействия их центров управления, связанная, прежде всего, с необходимостью передачи больших объемов доаварийной и аварийной информации и сигналов управления на значительные расстояния. Это послужило причиной создания координированной многоуровневой системы противоаварийной автоматики ОЭС Сибири.

Координированная система ПАУ ОЭС Сибири включает следующие уровни управления:

- уровень энергообъединения (координирующая система ПА - КСПА);

- уровень района управления (региональная система ПА - РАДВ).

Структура каждого уровня в общем случае представляет совокупность взаимосвязанных и взаимодействующих устройств измерения доаварийной информации (включая средства передачи), выбора дозировки управляющих воздействий, пусковые и исполнительные органы.

На верхнем уровне иерархии функционирует координирующая система ПА, обеспечивающая оценку текущего состояния схемы и режима энергообъединения на основе данных ОИК ОДУ ОЭС Сибири, формирование математических моделей для выделенных районов управления и их передачу на нижний уровень, выбор дозировки управляющих воздействий (УВ), настройку и координацию взаимодействия систем ПА нижнего уровня. Выбор дозировки УВ в КСПА для всех районов управления выполняется по алгоритму I-ДО в условиях подробной математической модели системы.

На нижнем уровне иерархии функционируют районные комплексы управления, обеспечивающие оценку текущего состояния схемы и режима контролируемого района управления на основе данных собственных систем сбора и передачи информации (ССПИ), а также выбор дозировки УВ на основе полученной информации. В настоящее

время в состав координированной системы ПА ОЭС Сибири включены три РАДВ с центрами управления на ПС Алтай, Итатская, Таврическая.

Выбор дозировки УВ в РАДВ в зависимости от развитости системы ССПИ может выполняться по алгоритму I-ДО (АДВ на ПС Итатская) или II-ДО (АДВ на ПС Алтай, Таврическая). Принципиально система управления задачами районных комплексов управления позволяет вести расчет по нескольким алгоритмам с последующим выбором УВ в соответствии с принятыми приоритетами. В случаях применения алгоритма I-ДО используются математические модели районов управления, сформированные в КСПА.

Таким образом, в данной иерархической структуре настройка РАДВ осуществляется устройством КСПА. Обмен информацией между КСПА и РАДВ осуществляется по специально выделенным каналам связи. При потере связи между устройствами верхнего и нижнего уровней, устройство РАДВ работает автономно на основе местной информации.

Оценка текущего состояния (ОС) энергообъединения обеспечивает процессы формирования математических моделей для выделенных районов управления и выбора дозировки управляющих воздействий полной и достоверной информацией о текущем режиме работы электроэнергетической системы. Оценка состояния осуществляет фильтрацию и достоверизацию полученных из ОИК ОДУ Сибири телеизмерений и телесигналов. Основываясь на результатах достоверизации, формируется решение о допустимости использования полученного режима для работы алгоритма I-ДО. Оценка состояния функционирует в соответствии с алгоритмом [1].

С учетом специфики работы КСПА, можно отметить следующие особенности алгоритма ОС:

- 1) Автоматический анализ качества результатов оценивания.
- 2) Возможность длительного функционирования без участия оператора.
- 3) Возможность использования нескольких источников телеинформации для одного режимного параметра.

Алгоритм по принципу I-ДО при выборе УВ использует математическую модель района управления в виде системы уравнений узловых напряжений, применяемую при расчете установившихся режимов. Такая математическая модель энергорайона содержит системообразующую сеть, источники и приемники электрической энергии в основных узлах, а также эквивалент шунтирующей сети более низкого напряжения и эквиваленты примыкающих энергосистем.

Задача формирования математической модели энергорайона разделена на следующие этапы:

- 1) Задание базовой информации о структуре и параметрах учитываемой сети, пусковых органах, местах приложения и степенях управляющих воздействий. Параметры сети задаются в виде параметров схем замещения ее отдельных элементов (линий

электропередач, трансформаторов и реакторов) и зависимостей мощностей генераторов и нагрузок узлов от напряжения и частоты.

2) Определение параметров внешних эквивалентов энергорайона.

3) Определение параметров внутренних эквивалентов энергорайона.

4) Уточнение состава включенного оборудования, значений мощностей генераторов и нагрузок в узлах расчетной схемы на основе данных системы телеизмерений района управления.

5) Определение параметров (дорасчет) текущего режима математической модели энергорайона.

Основные затруднения при решении задачи формирования математической модели энергорайона на уровне РАДВ вызваны ограниченными возможностями систем телеизмерений, используемых в районных центрах управления. Ввиду того, что в ОДУ Сибири имеется достаточно полная информация о режиме всей энергосистемы, поставляемая ОИК, задача формирования математических моделей энергорайонов решается на основе этой информации в координирующем центре управления.

В зависимости от уровня развития системы телеизмерений в районе управления в КСПА могут выполняться либо все этапы решения задачи формирования математической модели энергорайона, либо только некоторые из них. При слабом развитии этой системы формирование математической модели энергорайона осуществляется в КСПА, а в РАДВ производится лишь уточнение параметров текущего режима. При достаточно развитой системе телеизмерений (пример - ССПИ для АДВ на ПС Итатская) в КСПА производится только определение параметров внутренних и внешних эквивалентов энергорайона, а окончательное формирование математической модели осуществляется в РАДВ.

Задача определения внешних эквивалентов энергорайона состоит из сворачивания полной схемы сети ОЭС Сибири до границ района управления и расчета параметров эквивалентов в граничных узлах. Для более быстрого решения первой части задачи используется алгоритм одновременной свертки схемы сети относительно граничных узлов всех районов управления [2]. Внешние эквиваленты энергорайонов представляются в виде задающих мощностей генераторов и нагрузок, коэффициентов их статических характеристик по частоте и напряжению и дополнительных шунтов на землю в граничных узлах энергорайона. Эквивалентирование схемных и режимных параметров сворачиваемого участка сети производится по алгоритму, описанному в [3]. Полученные для каждого района управления эквиваленты передаются по каналу связи из КСПА в центр управления энергорайона, где пристыковываются к схеме контролируемой сети энергорайона.

Задача определения внутренних эквивалентов состоит в определении параметров эквивалента шунтирующей сети внутри

энергорайона (линий электропередач, трансформаторов, генераторов и нагрузок), которая не охвачена системой сбора данных РАДВ, но информация о состоянии и режиме работы которой имеется в ОИК. Решение этой задачи производится одновременно с определением внешних эквивалентов путем сворачиванием шунтирующей сети энергорайона относительно внутренних узлов, входящих в состав его математической модели. Полученные в КСПА параметры внутренних эквивалентов также передаются в РАДВ. Быстродействие алгоритмов эквивалентирования позволяет проводить формирование математических моделей районов управления в каждом цикле расчета дозировки управляющих воздействий.

Корректировка полученных значений мощностей генераторов и нагрузок внешних и внутренних эквивалентов в граничных узлах осуществляется по данным телеизмерений текущего баланса мощностей в этих узлах, выполняемых системой сбора информации для АДВ района управления.

Выбор УВ в КСПА осуществляться на основе алгоритма управления, реализующего принцип I-ДО, в условиях подробной математической модели системы. Расчетная схема энергосистемы содержит порядка 150 узлов и 250 связей напряжением 500 – 110 кВ. Степень детализации математической модели соответствует допущениям, обычно применяемым при анализе статической аperiodической устойчивости сложных энергосистем (учитываются статические характеристики нагрузки по частоте и напряжению, моментно-скоростные характеристики турбин, условия регулирования напряжения на шинах генераторов).

Задачей алгоритма I-ДО, входящего в состав технологических алгоритмов КСПА, является проверка устойчивости послеаварийных режимов системы, рассчитанных в условиях ее математической модели при заданном наборе аварийных ситуаций, и выбор оптимальных управляющих воздействий, обеспечивающих ввод режимов в допустимую область. Решение этой задачи осуществляется на основе итерационного решения расширенной системы уравнений предельных режимов, включающей в себя уравнения установившегося режима и уравнения границы области возможных режимов работы системы. [4].

Работа алгоритма I-ДО предусматривает три этапа:

- определение показателя запаса статической устойчивости в текущем установившемся режиме;
- определение показателя запаса статической устойчивости в послеаварийном режиме, соответствующем срабатыванию одного из пусковых органов;
- выбор управляющих воздействий, если показатель запаса статической устойчивости послеаварийного режима ниже заданного.

Второй и третий этапы алгоритма выполняются в цикле для всех пусковых органов.

Непосредственно выбор УВ осуществляется по алгоритму, изложенному в [5].

Алгоритм работы КСПА по настройке РАДВ включает в себя следующие этапы:

1) Выбор района управления, для которого осуществляется настройка РАВД, заданных пусковых органов и располагаемых мест приложения и ступеней управляющих воздействий;

2) Расчет дозировки УВ;

3) Передача выбранных управлений по каналу связи в центр управления энергорайона.

При расчете дозировки УВ для пусковых органов конкретного района управления учитываются места приложения и ступени УВ, имеющиеся в пределах этого района. Если собственных ресурсов управления энергорайона недостаточно для сохранения устойчивости, то привлекаются ресурсы соседних районов.

При функционировании КСПА и каналов связи приоритет отдается дозировкам, полученным в КСПА, а на дозировки, полученные в РАДВ, возлагаются резервные функции. Периодически со стороны КСПА производится контроль дозировок, выбранных в РАДВ.

Координирующая система ПА установлена в ОДУ Сибири и в конце 2008 года запущена в опытную эксплуатацию.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Вторушин А.С., Грунин О.М. Оценивание состояния электроэнергетической системы в задачах противоаварийной автоматики. – см. статью в настоящем сборнике.

2. Захаркин О.В., Ивахненко Е.Ю. Алгоритмы получения эквивалентов для районов управления в КСПА // Технологии управления режимами энергосистем XXI века. Сб. докладов Всерос. науч.-практ. конф. – Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2006. – С. 135-141.

3. Захаркин О.В., Ивахненко Е.Ю. Особенности эквивалентирования электрической схемы ЭЭС при формировании математических моделей районов управления. – см. статью в настоящем сборнике.

4. Аржанников С.Г., Захаркин О.В., Петров А.М. Оценка запаса устойчивости установившегося режима ЭС и выбор управлений для его ввода в допустимую область / электрон. журн. «Новое в российской электроэнергетике», 2005, № 5 .

5. Аржанников С.Г., Захаркин О.В., Ивахненко Е.Ю., Лоцман Д.С. Алгоритм определения вида, места приложения и ступеней управляющих воздействий для централизованной системы ПА. – см. статью в настоящем сборнике.

Контактная информация

Вторушин Алексей Сергеевич, к.т.н., ст.н.с. научно-исследовательской лаборатории ЗАО ИАЭС

630132, Новосибирск, ул. Железнодорожная, 12/1.

Тел. (383)-363-02-65

metal_king@rambler.ru

Захаркин Олег Владимирович, к.т.н., заведующий научно-исследовательской лаборатории ЗАО «ИАЭС»

630132, Новосибирск, ул. Железнодорожная, 12/1.

Тел. (383)-363-02-65

Ивахненко Елена Юрьевна, н.с. научно-исследовательской лаборатории ЗАО «ИАЭС»

630132, Новосибирск, ул. Железнодорожная, 12/1.

Тел. (383)-363-02-65, сот. 214-01-91

eyi@iaes.ru