

ОЦЕНКА ТЕХНИЧЕСКОЙ И ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ УПРАВЛЕНИЯ РЕЖИМАМИ ЭЭС ДЛЯ ПРЕДОТВРАЩЕНИЯ НАРУШЕНИЙ УСТОЙЧИВОСТИ

Касобов Л.С.

Новосибирский государственный технический университет
г. Новосибирск

Задачи обеспечения эффективного управления установившимися и переходными режимами электроэнергетических систем (ЭЭС) остаются одними из наиболее актуальных. Их решение может быть достигнуто различными способами, одним из которых является отключение генераторов гидроэлектростанций (ГЭС). Опыт развития мировой энергетики показывает, что обеспечение устойчивости режимов энергосистемы возможно путем применения новых технологий.

Планами развития энергетики Таджикистана предусмотрено масштабное строительство крупных и малых ГЭС совместно с сооружением новых линии электропередачи (ЛЭП). Для эффективного использования запасов энергоресурсов, мощностей ГЭС, пропускной способности ЛЭП необходимо исследование статической и динамической свойства ЭС Таджикистана и по результатам определить принципы построения, структуру и алгоритмы системы противоаварийного управления по данным система мониторинга переходных режимов (СМПР).

В связи с определенными трудностями организации управления в режиме реального времени, которые обусловлены структурой энергосистем и особенностями работы систем сбора и обработки информации, актуализируется тема настоящей работы, в которой исследуется принципиальная реализуемость такого управления.

Целью работы является оценки технико-экономическое эффективности управления режимами ЭЭС для предотвращения нарушений устойчивости и использование системы мониторинга запасов устойчивости (СМЗУ) для управления режимами в ЭЭС Таджикистана, обеспечивающих высокую надежность параллельной работы электростанций и эффективное использование пропускной способности электрической сети.

В работе используются методы идентификации моделей по регистрограммам переходных процессов.

Применения СМЗУ в объектах ЭЭС Таджикистана позволяют получать оптимальные

схемно-режимные решения по объектах ЭЭС и могут служить информационной базой для обоснования рациональных областей их использования в энергосистемы. Предложение технико-экономические показатели могут быть использовать в объектах ЭЭС Таджикистана.

На данный момент, в связи с либерализацией электроэнергетики, в мире наметилась тенденция рассматривать электрическую сеть как «шоссе» для передачи электрической энергии из любого места, где есть ее избыток, в любое другое место, где имеется ее недостаток. Переход к рыночным отношениям в электроэнергетике диктует новые требования к ведению режимов энергосистем. Сетевые и генерирующие компании экономически заинтересованы в максимальном использовании пропускной способности связей. Таким образом, в условиях конкурентного рынка электроэнергии возникает необходимость компромиссного подхода к определению максимально допустимой загрузки электропередач. Допустимую загрузку электропередачи для конкретных схемно-режимных условий следует определять на основе сопоставления вероятного ущерба от нарушения устойчивости и упущенной выгоды от недоиспользования пропускной способности электропередачи, что представляет собой сложную технико-экономическую задачу.

Однако в электроэнергетических системах Таджикистана, в течение последних пяти лет происходят существенные изменения, в первую очередь – строительство электростанций, и новые ЛЭП, что в результате опережает возможности систем управления ЭЭС. На этапе развития электроэнергетических систем, когда проблемы технического управления отступают на второй план по сравнению с экономическими, особое значение приобретает задача повышения управляемости электроэнергетических систем. Необходимое условие управляемости энергосистемы – получение оперативной и достоверной информация о схемно-режимных па-

ОЦЕНКА ТЕХНИЧЕСКОЙ И ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ УПРАВЛЕНИЯ РЕЖИМАМИ ЭЭС ДЛЯ ПРЕДОТВРАЩЕНИЯ НАРУШЕНИЙ УСТОЙЧИВОСТИ

раметрах, в том числе, о параметрах переходных процессов.

В настоящее время за рубежом повсеместно развернуты работы по исследованию и внедрению в энергосистемах WAMS/WACS-технологий, которые позволяют создать распределенную систему синхронизированных измерений векторов тока и напряжения и организовать скоординированное управление режимами энергосистем на основе этих измерений. Необходимость появления и техническую возможность реализации WAMS/WACS-технологий во многом предопределили следующие факторы:

- Системные аварии, произошедшие в течение последних 5-10 лет, вынудили крупные энергокомпании заняться разработкой противоаварийной автоматики, направленной на предотвращение нарушения устойчивости энергосистем.

- Развитие микроэлектроники и технологий телекоммуникаций позволило создать новые быстродействующие системы измерений, позволяющие с высокой точностью измерять электрические параметры.

- Создание Системы Глобального Позиционирования (GPS), в которой обеспечивается синхронизация по времени с точностью до одной микросекунды, позволило технически реализовать устройства измерения абсолютных углов векторов напряжения на удаленных друг от друга энергообъектах. Такие устройства получили название Phasor Measurement Unit (PMU).

В настоящей работе рассмотрены предполагаемое применение СМЗУ для управления режимами ЭЭС Таджикистана принципы организации синхронизированных измерений, реализованные в устройствах PMU, структура и функциональные возможности систем WAMS и WACS, системы мониторинга переходных процессов (СМПР).

Использование СМЗУ для управления режимами ЭЭС

Автоматизация контроля аварийных и переходных режимов ЭЭС Таджикистана обеспечивается совместным функционированием первичных регистраторов режима с системой сбора и обработки информации.

Совокупность первичных регистраторов, обеспечивающих регистрацию и передачу режимной информации от элементов основной сети ЭЭС Таджикистана, образует нижний уровень системы, располагающийся непосредственно у источников первичной информации на электростанциях и подстанциях.

Первичные информация должна содержать данные о мгновенных значениях токов, напряжений, частоты, мощностей и состоянии главной схемы, о величине абсолютных углов напряжения и тока.

Первичная информация от основных элементов ЭЭС Таджикистана должна передаваться на верхние уровни, располагаемые на основных диспетчерских управления ЭЭС, РДУ, ОДУ, ЦДУ.

Для связи нижнего и верхнего уровней системы должны использоваться современные каналы передачи цифровой информации. На верхних уровнях производится автоматизированная обработка и анализ данных, поступающих с нижнего уровня, отображение результатов обработки данных диспетчерскому персоналу, статическая обработка и архивирование информации.

Основные функции СМЗУ:

1. Определение опасных сечений в текущей схеме основной сети;

2. Определение максимальных и аварийно - допустимых перетоков в опасных сечениях по условиям статической устойчивости;

3. Прогнозирование пропускной способности опасных сечений в различных схемно-режимных ситуациях;

4. Проведение расчетов и определение «узких мест» в различных перспективных схемах.

Требования к СМЗУ:

1. абсолютная погрешность измерения угла вектора напряжения не более $0,1^\circ$;

2. с регистраторов СМПР должна быть организована передача измерений режимных параметров по дублированным цифровым каналам с периодичностью 25 раз в 1 с;

3. передача телеинформации с энергообъектов Таджикистана в ЦДУ «Барки тоҷик» должно осуществляться с периодичностью не менее 1 раза в 1 с;

4. СМЗУ должна в режиме «24 часа, 7 дней в неделю» циклически рассчитывать текущие значения МДП с использованием текущей расчетной электрической модели.

Цикл расчета МДП не должен превышать 5 секунд.

При создании СМЗУ ЭЭС Таджикистана ставятся следующие цели:

1. повышение допустимых перетоков мощности по линиям электропередачи ЭЭС Таджикистана;

2. повышение надежности энергосистем;

3. получение от первичных регистраторов аварийной и текущей информации о состоянии и режимах работы элементов основной сети ЭЭС (электростанций, подстанций, ЛЭП);

4. накопленные данных, отражающих протекание аварийных событий и натурных испытаний, с целью их дальнейшего исследования;

5. исследование возможности использования значений фазовых углов для оперативного и автоматического управления текущим режимом работы ЭЭС Таджикистана, для совершенствования систем оценки надежности режима и противоаварийной автоматики.

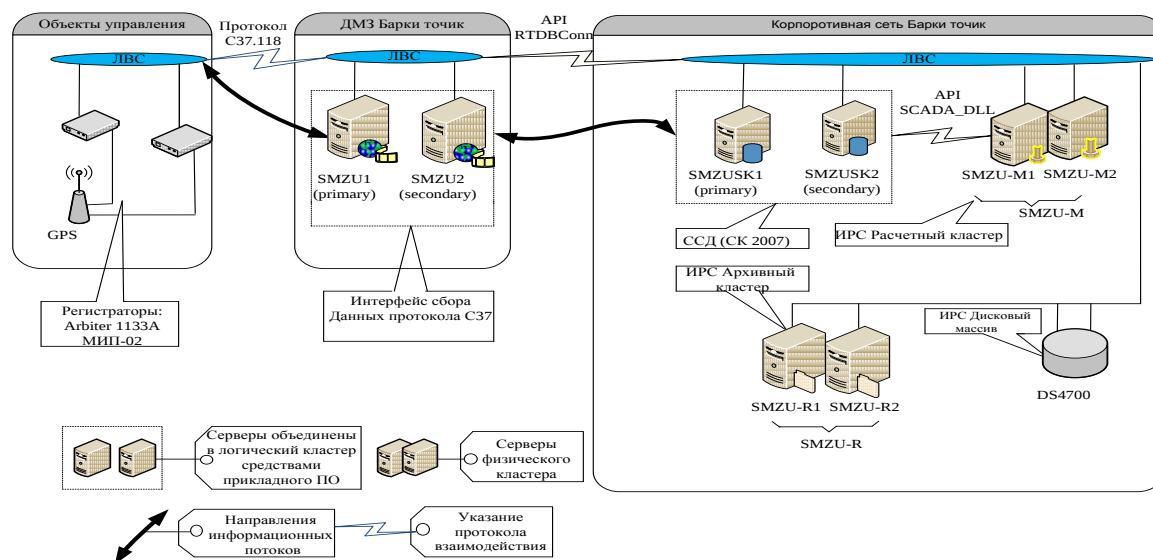


Рисунок 1 – Предполагаемая схема системы мониторинга запасов устойчивости ЭЭС Таджикистана.

Условно комплекс СМЗУ ЭЭС Таджикистана делится на три составляющие:

1. измерительная система;
2. система сбора данных;
3. информационная расчетная схема.

Измерительная система располагается на объектах управления (4 подстанции, 2 электростанции) и состоит из измерительных трансформаторов тока и напряжения, регистраторов СМРР и необходимой коммуникационной обвязки.

В ряде случаев регистраторы или измерители-преобразователи могут быть объединены в измерительный комплекс, состоящий также из промышленных ЭВМ и устройств телекоммуникаций.

Фактически регистратор представляет собой PMU (Phasor Measurement Unit) с расширенным составом функций по производству измерений и их предварительной обработке (многофункциональное измерительное устройство).

Регистраторы снабжены спутниковыми часами (GPS) и производят измерение следующих параметров: δ (фазовый угол), U (напряжение), I (ток), P (активная мощность), Q (реактивная мощность), ω (частота), T (ас-

трономическое время).

Измерения производятся с периодичностью в 20 мс.

Для создания СМЗУ ЭЭС Таджикистана рекомендованы к использованию два типа регистраторов:

1. Arbiter 1133A (Arbiter Systems, USA)
2. SMARTWAMS (на базе МИП -2, РТ Софт, Россия).

Регистраторы могут представлять собой как законченный вариант измерительной системы (Arbiter 1133A) с представлением интерфейса обмена данными по Ethernet (TCP/IP), так и вариант, требующий промежуточного устройства приема / обработки и предоставления информации (SMARTWAMS представляет собой объединение в одном шкафу до 6 измерителей-преобразователей МИП-1 или МИП-2 и промышленной ЭВМ).

Регистраторы могут быть физически объединены в монтажный шкаф, обеспечивающий требования по электромагнитной совместимости и вычислительные и коммуникационные устройства.

Измерительная система обеспечивает поток измеряемых и вычисляемых данных на следующий уровень СМЗУ (систему сбора

ОЦЕНКА ТЕХНИЧЕСКОЙ И ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ УПРАВЛЕНИЯ РЕЖИМАМИ ЭЭС ДЛЯ ПРЕДОТВРАЩЕНИЯ НАРУШЕНИЙ УСТОЙЧИВОСТИ

данных) по средствам канала передачи данных, представляющего собой два физических канала с пропускной способностью не менее 256 кбит/с (или не менее 128 кбит/с на одно наблюдаемое присоединение).

Принятый в СМЗУ протокол обмена информацией – IEEE C37.118.

Система сбора данных (ССД) территориально располагается в ДМЗ вычислительной сети «Барки точик» и представляет собой отказоустойчивый кластер на базе двух двух-процессорных серверов производства IBM (System X3550).

Система позволяет накапливать данные, отражающие протекание аварийных событий и натурных испытаний, с целью их дальнейшего исследования.

Особенностью реализации ССД является возможность одновременного сбора данных от всех измерительных систем комплекса в темпе процесса с минимальными задержками.

Информационная расчетная система (ИРС) территориально располагается в защищенном сегменте вычислительной сети «Барки точик» и представляет собой два отказоустойчивых кластера на базе двух двух-процессорных серверов производства IBM (System X3550) и дисковой стойки IBM DS4700.

ИРС СМЗУ ЭЭС Таджикистана предназначена для автоматизированной обработки информации, поступающей от измерительных устройств (регистраторов переходных режимов), расположенных на объектах ЭЭС, а также от системы сбора и обработки телеметрии (SCADA).

Система позволяет отслеживать параметры электрического режима в энергообъединениях с целью мониторинга режимов работы электротехнического оборудования, устойчивости узлов нагрузки, оценки состояния энергосистемы, расчета допустимых перетоков мощности, колебаний частоты и мощности, анализ причин возникновения аварий.

Комплекс должен обеспечивать работу в безостановочном режиме «7x24» с коэффициентом готовности не менее 0,999. Его проектирование и реализация выполняются с учетом опыта создания централизованной системы противоаварийного управления и особенностей построения ИТ - инфраструктуры ОАО «Барки точик».

Комплекс СМЗУ позволяет получить экономический эффект за счет снятия ограничений перетоков мощности по опасным

сечениям в реальном времени и снизить объем ограничений потребителей.

Выводы

1. Применение СМЗУ позволяет получить экономический эффект за счет снятия ограничений перетоков мощности по опасным сечениям в реальном времени и снизить объем ограничений потребителей.

2. Получаемая информация о состоянии системы может быть использована для определения и оптимизации управляющих воздействий в темпе переходного режима по условиям устойчивости динамического перехода и статической устойчивости послеаварийного режима.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Фишов А.Г., Тутундаева Д.В., Касобов Л.С. Противоаварийное управление в энергосистемах по данным системы мониторинга переходных режимов. Материалы III Международной научно – практической конференции Душанбе, Таджикский технический университет имени академика М.С. Осими, Издание Таджикского технического университета им. М.С. Осими 2008. стр. 60-64.
2. Касобов Л.С. Аналитическое определение областей устойчивости для ЭЭС Таджикистана. // Сборник трудов XV Международная научно-практическая конференция студентов, аспирантов и молодых ученых "Современные техника и технологии". Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2009. Т.1.стр. 50-52.
3. Касобов Л.С. Моделирование и учет ограничений по устойчивости для энергосистемы Таджикистана // Материалы всероссийской научной конференции молодых ученых «Наука. Технология. Инновации.». Тез.докл. Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2008. - Часть 3 стр. 165-167.
4. Касобов Л.С. Сопоставление запасов по статической и динамической устойчивости для ЭЭС Таджикистана. Сборник материалов конференции «Научная инициатива иностранных студентов и аспирантов российских вузов» (электронная версия) на сайте: Томск, Институт международного образования и языковой коммуникации, Томский политехнический университет, 2009.
5. Касобов Л.С. Определение ограничений по устойчивости режима для ЭЭС Таджикистана. Сборник материалов конференции «Научная инициатива иностранных студентов и аспирантов российских вузов» (электронная версия) на сайте: <http://www.lib.tpu.ru/fullex/m/200811.pdf> Томск, Институт международного образования и языковой коммуникации, Томский политехнический университет, 2008. стр. 204-206.