

При выборе УВ контролируется возникший от ввода управления небаланс мощности в системе. Если при вводе очередной ступени УВ этот небаланс превышает допустимое значение, то осуществляется балансировка режима за счет ввода управления противоположно-го знака в аварийном узле, расположенном на другом конце аварийной связи.

Реализация алгоритма. Рассмотренный алгоритм выбора управляющих воздействий по условиям устойчивости послеаварийных режимов сложных ЭЭС относится к классу алгоритмов I-ДО и реализован в составе технологического программного обеспечения координирующей системы противоаварийной автоматики (КСПА) ОЭС Сибири (аппаратно – промышленная ЭВМ с процессором Intel частотой 3 ГГц и операционной системой QNX 4.25).

Расчетная схема ОЭС Сибири, используемая в КСПА, содержит 150 узлов. Расчет цикла выбора управляющих воздействий по изложенному алгоритму для 40 пусковых органов в условиях этой схемы составляет 30 секунд.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1 Аржанников, С.Г. Оценка запаса устойчивости установившегося режима ЭС и выбор управлений для его ввода в допустимую область [Электронный ресурс] / С.Г. Аржанников, О.В. Захаркин, А.М. Петров // Новое в рос. электроэнергетике. -2005. -№5.

2 Гуревич, Ю.Е. Расчеты устойчивости и противоаварийной автоматики в энергосистемах / Ю.Е. Гуревич, Л.Е. Либова, А.А. Окин. -М.: Энергоатомиздат, 1990. -392 с.

3 Захаркин, О.В. Алгоритмы получения эквивалентов для районов управления в КСПА / О.В. Захаркин, Е.Ю. Ивахненко // Технологии управления режимами энергосистем XXI века: сб. докл. Всерос. науч.-практ. конф. / Новосиб. гос. техн. ун-т. -Новосибирск, 2006. -С. 135-141.

4 Захаркин, О.В. Особенности эквивалентирования электрической схемы ЭЭС при формировании математических моделей районов управления / О.В. Захаркин, Ю.Е. Ивахненко // Науч. пробл. трансп. Сибири и Дальнего востока. -2009. -№1.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: ступень управления, управляющее воздействие, послеаварийный режим

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ: Аржанников Сергей Гаврилович, ст. научный сотрудник ЗАО «ИАЭС»

Захаркин Олег Владимирович, канд. техн. наук, заведующий лабораторией ЗАО «ИАЭС»

Ивахненко Елена Юрьевна, научный сотрудник ЗАО «ИАЭС»

Лоцман Дмитрий Сергеевич, начальник отдела ОДУ Сибири – Филиал ОАО «СО ЭЭС»

ПОЧТОВЫЙ АДРЕС:

630132, г. Новосибирск, ул. Железнодорожная, 12/1, ЗАО «Институт автоматизации энергетических систем»

650620, г. Кемерово, ул. Кузбасская, 29, ОДУ Сибири – Филиал ОАО «СО ЭЭС»

ОПЫТ ПРОЕКТИРОВАНИЯ И РАЗРАБОТКИ АВТОМАТИКИ ВЫДЕЛЕНИЯ НА СБАЛАНСИРОВАННЫЙ РАЙОН ОМСКОЙ ТЭЦ-4 НА БАЗЕ ШКАФА ШЭ1111

ОАО «Сибтехэнерго»
ООО «НПП «ЭКРА»

К.А. Баракин, С.Н. Гольц, Е.Р. Горский, В.А. Наумов, Р.В. Разумов

THE EXPERIENCE OF RESEARCH AND DESIGN OF AUTOMATICS FOR SEPARATION ON BALANCED LOAD OF OMSKAYA TES-4 ON THE BASIS OF SHE1111 CUBICLE

JSC «Sibtechenergo»

Research-and-Production Enterprise EKRA, Ltd.

K.A. Barakin, S.N. Golts, E.R. Gorsky, V.A. Naumov, R.V. Razumov

The method for increase of survivability of heat power plants is proposed on the example of Omskaya TES-4 by using special automatics for separation on balanced load. Recommendations are given as to combining electrical and boiler parts of automatics.

Предложен путь повышения живучести тепловых электростанций на примере Омской ТЭЦ-4. Предложен способ выделения ТЭЦ-4 на сбалансированный район путем применения специальной автоматики. Для проверки корректной работы алгоритмов рассмотрены на математических моделях различные режимы работы энергосистемы. Решена проблема совместной работы электрической и тепловой части автоматики выделения на сбалансированную работу.

При авариях обычно возникает дисбаланс мощности, который влечет за собой, как следствие, в дефицитной энергосистеме снижение частоты и возможность появления лавины напряжений [1]. Основной задачей автоматики выделения на сбалансированный район (для крайнего случая сохранения собственных нужд), условно именуемой в дальнейшем автоматикой выделения собственных нужд (АВСН), является поддержание живучести ТЭЦ при

таких крупных авариях. В случае системных аварий автоматикой производится отделение станции от энергосистем, с автономной работой на нагрузку тупиковых линий, либо параллельно с энергосистемой соседнего региона (при возможности). При этом происходит перерасчет баланса генерируемой и потребляемой мощности в отделившейся системе, и выравнивание этого баланса за счет отключения нагрузок и использования всех имеющихся резервов электростанции [2]. Поэтому управление идет не только электрической частью АВСН (АВСН-Э), но и ее тепловой частью (АВСН-Т) – изменением паровой нагрузки и выводом котлов. Необходимость реализации такой автоматики рассматривалась давно [1], однако эффективного решения этой проблемы не было.

Совместно с ОАО «Сибтехэнерго» на базе многофункционального шкафа ШЭ1111 НПП «ЭКРА» реализован проект автоматики выделения собственных нужд Омской ТЭЦ-4 и ее перехода на автономную работу, выделенную нагрузку собственных нужд и тупиковых линий.

Омская энергосистема связана с ОЭС Сибири достаточно слабыми и протяженными связями. Питание потребителей Омской энергосистемы осуществляется от ОЭС Урала и МЭС Западной Сибири. Летом 2006 г. дефицит активной мощности составлял около 42%, зимой 2007 г. – около 29%. Потеря связей региона с энергосистемой приводит, как видно, к большому дефициту мощности, что ведет за собой уменьшение частоты. Поэтому пуск АВСН-Э осуществляется при снижении частоты.

Расчеты аварийных режимов, произведенные на математических моделях для летнего и зимнего режима работы Омской энергосистемы (ряда режимов характерных этим сезонам), при изолированной работе и при срабатывании автоматики АВСН показали, что при заданных начальных условиях Омская ТЭЦ-4 в случае возникновения расчетной аварии всегда будет выделяться на изолированную работу [4], поскольку Омская ТЭЦ-4 и Новосибирская энергосистема начинают работать асинхронно и межсистемные линии отключаются автоматикой АЛАР [3, 4, 6].

Рассмотренные проблемы и факторы послужили поводом для исследовательской работы и реализации автоматики ТЭЦ решающей проблемы устойчивой работы станции при авариях [5]. Устройство содержит следующие измерительные (выявляющие) органы:

- орган контроля работы состояния ТЭЦ, то есть введенными в работу турбогенераторами и положениями системных линий, связывающих станцию с энергосистемой соседнего региона (при факте наличия таковых).

- орган контроля присоединений, выявляющий работу всех системных линий и трансформаторов на них, запрета АПВ линий и сигнализацией об их состоянии включено/выключено. Работа АВСН-Э возможна только при получении сигнала о достоверном отключении всех системных линий региона. В противном случае автоматика прекращает свою работу.

- частотный орган, который в режиме реального времени постоянно ведет мониторинг величины. Анализирует не только факт изменения самой величины частоты, но также и скорость ее изменения. Измерение частоты ведется с двух систем сборных шин с целью достижения достоверности такого снижения. Ступени срабатывания защиты работают по двум принципам: одни реагируют на величину снижения, а другие – на скорость этого снижения.

- орган небаланса мощности ведет постоянный мониторинг величин мощности генерируемой и исходящей по каждому присоединению. По ним производится расчет величины отключаемой нагрузки после срабатывания АВСН-Э по данным на момент выделения энергоузла. В общем виде величина активной мощности отключаемых присоединений выбирается по условию

$$\Delta P_{\text{прис}} \geq \Delta P_{\text{откл.нагр}} = \frac{\Sigma P_{\Gamma}}{1,05} - \Sigma P_{\text{нагр}} \left[1 + \frac{(f_{\text{ном}} - f_1)}{f_{\text{ном}}} K_{\text{pf}} \right],$$

где ΣP_{Γ} – суммарная активная мощность вырабатываемая турбогенераторами ТЭЦ на момент предшествующий выделению энергоузла;

$\Sigma P_{\text{нагр}}$ – суммарная активная мощность потребляемая ТЭЦ на собственные нужды и для питания тупиковых нагрузок в момент предшествующий выделению энергоузла;

f_1 – частота напряжения на шинах ТЭЦ на момент предшествующий выделению энергоузла;

K_{pf} – коэффициент учитывающий регулирующий эффект активной мощности нагрузки.

Устройство АВСН-Э непрерывно фиксирует активную мощность каждого присоединения, суммарную активную мощность генераторов, суммарную потребляемую активную мощность нагрузки собственных нужд Омской ТЭЦ-4, нагрузку тупиковых линий 6,3-35-110 кВ, определяет величину избытка или дефицита активной мощности в отделяемом от Омской энергосистемы энергоузле до разделения Омской ТЭЦ-4 с линиями 110 кВ и 220 кВ. Устройство АВСН-Э постоянно контролирует направление перетоков активной мощности по шинам 110 и 220 кВ ОТЭЦ-4, частоту и скорость изменения частоты напряжения I и II системы контролируемых шин.

На вход устройства АВСН-Э поступают аналоговые сигналы от вторичных цепей трансформаторов тока и напряжения турбогенераторов, ТСН и трансформаторов связи, автотрансформаторов, линий 6-35-110-220 кВ, шин ГРУ и ЗРУ. Также на вход устройства АВСН-Э поступают дискретные сигналы положения выключателей, которые участвуют в управляющих алгоритмах устройства АВСН-Э.

Микропроцессорное устройство обрабатывает аналоговые и дискретные сигналы и в соответствии с алгоритмами АВСН-Э формирует через блоки реле выходные управляющие воздействия на отключение выключателей системных линий 110 и 220 кВ с запретом АПВ. При необходимости отключения тупиковой нагрузки АВСН-Э формирует выходные управляющие воздействия на отключение выключателей тупиковых линий 110 кВ (с запретом АПВ) и тупиковых линий 6 кВ, а также на отключение секционных выключателей 35 и 6 кВ (с запретом АВР).

В терминале автоматики Омской ТЭЦ-4 непрерывно ведется обработка 38 токов и 13 напряжений по всем контролируемым присоединениям, анализируются состояния 62 входных дискретных сигналов. Предусмотрена возможность ввода дополнительного числа аналоговых и дискретных величин с учетом возможности модернизации станции и ввода дополнительных мощностей.

В алгоритме действия АВСН-Э предусмотрена возможность изменения очередности отключения тупиковых нагрузок, а также возможность вывода отдельных позиций из перечня. Очередность и вывод отдельных позиций может быть изменен оператором станции или оперативным персоналом через перечень задействованных и выведенных присоединений.

Вся система АВСН-Э сама по себе не является достаточной для балансировки по активной мощности и нормальной работы ТЭЦ при системных авариях. Наибольшую сложность работы на сбалансированную нагрузку представляет работа с котельным оборудованием, которое является наименее маневренной частью тепломеханического оборудования. Именно АВСН-Т и предназначена для этих целей. Совместная работа тепловой и электрической части автоматики позволяет добиться желаемого результата при автономной работе станции. Теплотехническая часть ведет анализ работы котлов, задействованных в работе, учитывает в своих алгоритмах номинальную и реальную загрузки котлов в их регулировочных диапазонах, учет вида топлива и его параметров (с учетом возможного изменения параметров одного вида топлива), определяет потребность в паре турбин. Применение достаточно сложного алгоритма действия, учитывающего состав и режим работы действующего оборудования ТЭЦ, требует реализации АВСН-Т на базе современного программно-технического комплекса (ПТК) повышенной надежности за счет дублирования или троирования наиболее ответственных частей ПТК.

Алгоритм работы тепловой части АВСН в основном по сути своей представляет собой обработку матрицы данных теплового оборудования, определяемую индивидуально для каждого проекта и учитывающую:

- номинальные нагрузки котлов;
- текущие нагрузки котлов за 30 с до срабатывания АВСН-Т;
- нагрузки котлов, участвующих в работе АВСН-Т;
- минимальные нагрузки котлов их регулировочных диапазонов;
- зависимость величины оборотов ПСУ (пылепитателей) от паровой нагрузки (исходя из этих данных, возможно напрямую воздействовать на величину подачи топлива на работающие котлы);
- скорости вращения приводов топливоподающих устройств котла (если котел работает на твердом топливе) или расход газа на котел (если котел работает на газе), соответствующие нагрузкам котлов;
- наличие в структуре регулирования горения регулятора топлива и регулятора тепловой нагрузки. Поскольку одним из преимуществ АВСН-Т является широкое использование

штатных систем автоматического управления тепловым оборудованием (защит, блокировок, автоматических регуляторов), на выделяемых тепловых установках эти системы должны отвечать соответствующим требованиям и постоянно функционировать.

При вводе в эксплуатацию АВСН-Т и подаче на него напряжения начинается непрерывный процесс анализа состояния и мониторинга параметров тепловой части станции: определение числа котлов, которые могут работать, данных их режимных испытаний и данных в системах регулирования котлов.

Запуск шкафа АВСН-Т осуществляется от АВСН-Э. В этот момент происходит запоминание текущих нагрузок котлов и состояний топливоподающих устройств, определяется потребность в паре турбин РОУ и БРОУ (перерасчет баланса является обязательным после любого управляющего воздействия). Мониторинг данных, их обработка и реализация управляющих воздействий выглядят следующим образом:

– по собранным данным составляется баланс потребления и выработки пара, принимается решение о необходимости дальнейшей работы АВСН-Т. При наличии баланса подается сигнал на завершение работы АВСН-Т. В большинстве случаев баланса не существует из-за быстрой перестройки системы и сброса большей части нагрузки. После достоверного определения дисбаланса необходимо отключить котлы, у которых режимные регуляторы питания не включены в работу и определить перерасчетом потребность в паре турбин с учетом новых данных.

– для определения потребности в паре вводятся данные об уже отключенных турбинах и котлах, как несанкционированно, так и под действием АВСН-Т. Процесс отключения сопровождается перерасчетом баланса пара для турбин и РОУ, проверкой и настройкой тепловой части оборудования котлов по новым данным, анализом возможности отключения котлов с нагрузкой ниже регулирующего диапазона, а затем, по необходимости, и котлов, работающих в регулировочном диапазоне. Анализируется и вычисляется перечень котлов, способных регулировать нагрузку и относительные загрузки по каждому из них. Перерасчет системы после необходимых отключений определяет потребность в паре и минимальной нагрузке котлов в их регулировочных диапазонах.

– в случае если потребность в паре меньше минимальной паровой нагрузки происходит установка задания по паровой нагрузке и подаче топлива на работающие котлы. В противном случае происходит расчет нагрузок котлов с включенными системами регулирования, так чтобы после смены нагрузки сохранилась их максимально возможная регулирующая способность. При перерасчете и определении подачи топлива на котлы производится отключение главного регулятора и начинается процесс автоматического регулирования подачи топлива на работающие котлы и установке индивидуального задания по паровой нагрузке. После осуществления этих управляющих воздействий производится включение автоматических регуляторов подачи топлива и включение главного регулятора.

Подтверждение выполнения всех команд сигнализирует о достижении баланса между потребляемой и производимой тепловой энергией, ввиду чего алгоритм АВСН-Т прекращает свою работу. Воздействия регуляторов на протяжении всей работы контролируется и при невозможности осуществления любого из управляющих воздействий происходит сигнализация оператору о необходимости проведения этого действия вручную. Все расчеты и возможные варианты развития событий прорабатывались и проверялись на математических моделях работы устройства.

Выводы:

1) Произведено математическое моделирование основных режимов работы электрической станции и Омской энергосистемы. На основании полученных данных разработаны и реализованы алгоритмы работы электрической части автоматики выделения собственных нужд, повышающей живучесть электростанции в аварийных режимах энергосистемы.

2) Разработаны алгоритмы функционирования тепловой части автоматики выделения собственных нужд Омской ТЭЦ-4 с целью оптимизации работы теплового оборудования.

3) Решена задача совместной работы тепловой и электрической части АВСН для выведения режимных параметров функционирования выделенного энергоузла до нормативных в кратчайший промежуток времени.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1 Иофьев, Б.И. Автоматическое аварийное управление мощностью энергосистем /

Б.И. Иофьев. -М.: Энергия, 1974.

2 Сборник распорядительных материалов по эксплуатации энергосистем. Электротехническая часть: СРМ-2000. Ч.1. -Изд. 5-е. -М.: ОРГРЭС, 2002.

3 Инструкция по предотвращению развития и ликвидации нарушений нормального режима электрической части Единой энергетической системы России. -М.: СО-ЦДУ ЕЭС, 2006.

4 Стернинсон, Л.Д. Переходные процессы при регулировании частоты и мощности в энергосистемах / Л.Д. Стернинсон. -М.: Энергия, 1975.

5 Общие требования к системам противоаварийной и режимной автоматики, релейной защиты и автоматики, телеметрической информации, технологической связи в ЕЭС: прил. приказу ОАО РАО «ЕЭС России» от 11.02.2008 г. №57. -М., 2008.

6 Автоматическое противоаварийное управление режимами энергосистем. Противоаварийная автоматика энергосистем. Условия организации процесса. Условия создания объекта. Нормы и требования: (СТО 59012820.29.240-008-2008). -М.: СО ЕЭС, 2008.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: тепловые электростанции, специальная автоматика

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ: Баракин Константин Александрович, начальник отдела ОАО «Сибтехэнерго»

Гольц Сергей Николаевич, главный специалист ОАО «Сибтехэнерго»

Горский Евгений Романович, начальник цеха ОАО «Сибтехэнерго»

Наумов Владимир Александрович, канд. техн. наук, заведующий отдела ООО «НПП «ЭКРА»

Разумов Роман Вадимович, инженер ООО «НПП «ЭКРА»

ПОЧТОВЫЙ АДРЕС: 630132, г. Новосибирск, ОАО «Сибтехэнерго»

428003, Чувашская Республика, г. Чебоксары, пр. И. Яковлева, 3, ООО «НПП «ЭКРА»

РАЗРАБОТКА МИКРОПРОЦЕССОРНОГО УСТРОЙСТВА АВТОМАТИКИ КОМПЛЕКСНОГО УПРАВЛЕНИЯ РАЗГРУЗКОЙ

**ЗАО «Институт автоматизации энергетических систем»
ГОУ ВПО «Новосибирский государственный технический университет»**

В.В. Васильев, В.Е. Глазырин

MICROPROCESSOR DEVICE OF AUTOMATIC COMPLEX CONTROL OF LOAD SHEDDING DEVELOPMENT

Institute of Power System Automation

Novosibirsk State Technical University

V.V. Vasiliev, V.E. Glazyrin

A workable automatic complex control of load shedding (ACCLS) for effectiveness increase of traditional underfrequency and undervoltage load shedding's acting is proposed to use. Frequency metering is realized by hardware-controlled method. ACCLS is embodied as a functional unit (FU) used, as a component part, in the IPSA (Institute of Power System Automation) Anti-crash Automation Complex (AAC).

Для повышения эффективности действия частотной разгрузки и автоматики ограничения снижения частоты предлагается использовать разрабатываемое устройство автоматики комплексного управления разгрузкой (АКУР), выполняющего замер частоты аппаратным способом и реализованного на базе Блока функционального (БФ), входящего в состав Комплекса противоаварийной автоматики – КПА-М (разработка и производство ЗАО «ИАЭС»).

В современных устройствах частотной автоматики не учитывается длительность и тяжесть предшествующего режима работы энергосистемы, а также реальное значение мощности подключенных к устройствам частотной автоматики нагрузок. С развитием промышленности появляются всё более мощные и ответственные потребители, технологический процесс которых не допускает снижения частоты даже на допустимую по ГОСТ величину (0,4%). Поэтому необходима гибкая система определения очередности и объёма отключения потребителей, согласно заданным графикам, а также учёт фактически отключаемой нагрузки от действия на конкретный выключатель.

Эффективность АЧР может быть повышена благодаря использованию в качестве входного сигнала не только величины снижения частоты, но и скорости ее снижения. Использование скорости снижения частоты позволяет практически мгновенно оценить относительную величину внезапного дефицита мощности и оперативно отключить требуемый объем потребителей. В результате появляется принципиальная возможность исключить избыточное отключение нагрузки и существенно уменьшить глубину снижения частоты. При тяжелых авариях, приводящих к большим дефицитам мощности, появляется дополнительная опасность возникновения локальных дефицитов реактивной мощности, когда имеют место глубокие снижения напряжения, возможно нарушение устойчивости послеаварийных режимов и даль-

УПРАВЛЕНИЕ РЕЖИМАМИ И УСТОЙЧИВОСТЬ ЭНЕРГОСИСТЕМ

Гольдштейн Е.И., Бацева Н.Л., Джумик Д.В., Панкратов А.В., Кац И.М., Прохоров А.В., Абрамочкина Л.В., Гурин Т.С.	
ТЕОРИЯ И ПРАКТИКА ДИАГНОСТИРОВАНИЯ ЭЛЕМЕНТОВ ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ СИСТЕМ И СЕТЕЙ ПО ПАРАМЕТРАМ ИХ СХЕМ ЗАМЕЩЕНИЯ В РАБОЧЕМ РЕЖИМЕ	7
Вайнштейн Р.А., Лозинский К.С.	
ПРОГРАММА ОПРЕДЕЛЕНИЯ ЭКВИВАЛЕНТНЫХ СОПРОТИВЛЕНИЙ ОБРАТНОЙ И НУЛЕВОЙ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТИ ДЛЯ РАСЧЁТА ПЕРЕХОДНЫХ ПРОЦЕССОВ ПРИ НЕСИММЕТРИЧНЫХ КОРОТКИХ ЗАМЫКАНИЯХ.....	10
Воропай Н.И.	
МЕТОД ФУНКЦИЙ ЛЯПУНОВА В ИССЛЕДОВАНИЯХ ДИНАМИЧЕСКОЙ УСТОЙЧИВОСТИ ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ СИСТЕМ: СОСТОЯНИЕ ПРОБЛЕМЫ	14
Виштибеев А.В., Волощук Л.А., Козловский Д.А.	
ОСНОВНЫЕ ПРИНЦИПЫ ПОСТРОЕНИЯ СХЕМЫ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ г. ОМСКА С УЧЕТОМ СОВРЕМЕННЫХ ТРЕБОВАНИЙ К НАДЕЖНОСТИ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ МЕГАПОЛИСОВ	17
Глазырин В.Е., Глазырин Г.В., Торопов Г.Э.	
МИКРОПРОЦЕССОРНЫЙ ГРУППОВОЙ РЕГУЛЯТОР АКТИВНОЙ МОЩНОСТИ ГИДРОЭЛЕКТРОСТАНЦИИ	20
Григоркин Б.О.	
ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ В СИСТЕМАХ ОСВЕЩЕНИЯ	23
Захаркин О.В., Ивахненко Е.Ю.	
ОСОБЕННОСТИ ЭКВИВАЛЕНТИРОВАНИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ СХЕМЫ ЭЭС ПРИ ФОРМИРОВАНИИ МАТЕМАТИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ РАЙОНОВ УПРАВЛЕНИЯ	26
Захаркин О.В., Ивахненко Е.Ю.	
КОРРЕКЦИЯ ПАРАМЕТРОВ ВНЕШНИХ ЭКВИВАЛЕНТОВ РАСЧЕТНОЙ СХЕМЫ ПО ДАННЫМ ТЕКУЩЕГО РЕЖИМА ЭЭС.....	31
Захаркин О.В., Ивахненко Е.Ю.	
УГЛОВЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ МОЩНОСТИ ГЕНЕРАТОРА ПРИ ОПРЕДЕЛЕНИИ ПРЕДЕЛЬНЫХ РЕЖИМОВ ЭЭС	35
Королюк Е.А., Смирнов А.В., Латыпова С.С.	
ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ УСТРОЙСТВ ПРОДОЛЬНОЙ КОМПЕНСАЦИИ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ПРОПУСКНОЙ СПОСОБНОСТИ СИСТЕМООБРАЗУЮЩЕЙ СЕТИ ОЭС СИБИРИ.....	44
Зуйков В.В., Медведков В.В., Монтейро Ж.	
ПЕРСПЕКТИВНЫЕ РЕЖИМЫ РАБОТЫ ЭНЕРГОСИСТЕМЫ АНГОЛЫ.....	46
Левандовский А.В., Герасимов А.С., Есипович А.Х., Смирнов А.Н., Сорокин Д.В.	
ОПЫТ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ДОСТОВЕРНЫХ ЦИФРОВЫХ МОДЕЛЕЙ ЭНЕРГОСИСТЕМ ДЛЯ АНАЛИЗА УСТОЙЧИВОСТИ И ОБЕСПЕЧЕНИЯ СИСТЕМНОЙ НАДЕЖНОСТИ.....	49

Лизалек Н.Н., Ладнова А.Н., Тонышев В.Ф., Данилов М.В. ИССЛЕДОВАНИЕ СТРУКТУРЫ НЕУСТОЙЧИВОГО ДВИЖЕНИЯ ЭНЕРГОСИСТЕМ ПРИ БОЛЬШИХ ВОЗМУЩЕНИЯХ.....	54
Лыкин А.В., Тутундаев М.Л. РАСЧЕТ ПОТЕРЬ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ НА УЧЕТНЫХ ИНТЕРВАЛАХ ПРИ НАЛИЧИИ РЕВЕРСИВНЫХ ПЕРЕТОКОВ МОЩНОСТЕЙ.....	65
Останин А.Ю., Русина А.Г. МЕТОДИЧЕСКИЕ ПРИНЦИПЫ РАЗРАБОТКИ МОДЕЛЕЙ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ЭЛЕКТРОПОТРЕБЛЕНИЯ ПРИ ТЕКУЩЕЙ И ПЕРСПЕКТИВНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ СИСТЕМ.....	69
Останин А.Ю. ФОРМИРОВАНИЕ ПРОГНОЗНЫХ БАЛАНСОВ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ И МОЩНОСТИ В СООТВЕТСТВИИ С «ПОРЯДКОМ ФОРМИРОВАНИЯ ДОЛГОСРОЧНОГО (ДО 10 ЛЕТ) ПРОГНОЗА ПРОИЗВОДСТВА И ПОТРЕБЛЕНИЯ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ».....	73
Перевалова В.Ю. МЕТОДЫ РАСЧЕТА УСТАНОВИВШИХСЯ РЕЖИМОВ В РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫХ СЕТЯХ.....	75
Нечаев И.А., Паламарчук С.И. ЗАДАЧА ПЛАНИРОВАНИЯ РЕЖИМОВ ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ СИСТЕМ В УСЛОВИЯХ ОПТОВОГО РЫНКА.....	80
Поляков К.Ю., Фишов А.Г. СОПОСТАВЛЕНИЕ ПРЯМОГО И КОСВЕННОГО МЕТОДОВ ПОЛУЧЕНИЯ МАТРИЦЫ СОБСТВЕННЫХ И ВЗАИМНЫХ ПРОВОДИМОСТЕЙ ДЛЯ МОНИТОРИНГА ЗАПАСОВ УСТОЙЧИВОСТИ.....	84
Рабинович М.А., Моржин Ю.И., Потапенко С.П. ЦИФРОВАЯ МОДЕЛЬ ЭЭС РЕАЛЬНОГО ВРЕМЕНИ ДЛЯ ИНФОРМАЦИОННОЙ ПОДДЕРЖКИ ДИСПЕТЧЕРА ЭЭС.....	87
Русина А.Г., Русин Г.Л. СТАТИСТИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ ГРАФИКОВ НАГРУЗКИ ПОТРЕБИТЕЛЕЙ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ ЭНЕРГОСИСТЕМЫ.....	95
Абраменкова Н.А., Струкова Л.В. АПРОБАЦИЯ МЕТОДИКИ ФОРМИРОВАНИЯ СТРУКТУРНЫХ МОДЕЛЕЙ ЭНЕРГОСИСТЕМ НА ПРИМЕРЕ ОЭС УРАЛА.....	98
Фишов А.Г., Дехтерев А.И. МОНИТОРИНГ ЗАПАСОВ СТАТИЧЕСКОЙ УСТОЙЧИВОСТИ НА ОСНОВЕ СИСТЕМЫ МОНИТОРИНГА ПЕРЕХОДНЫХ ПРОЦЕССОВ.....	102
Фёдоров В.К., Рысев П.В., Свешникова Е.Ю., Прусс С.Ю., Рысев Д.В., Фёдоров Д.В. ВОЗНИКНОВЕНИЕ И ИДЕНТИФИКАЦИЯ ХАОТИЧЕСКИХ ПЕРЕХОДНЫХ ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ В ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ.....	106
Чулкова Ю.С. ИССЛЕДОВАНИЕ ДИНАМИЧЕСКОЙ УСТОЙЧИВОСТИ БЕРЕЗОВСКОЙ ГРЭС.....	109
Устинова (Саратова) Н.Е. ОБ ОСОБЕННОСТЯХ МОДЕЛИРОВАНИЯ КАСКАДНЫХ АВАРИЙ В ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ.....	113

Аржанников С.Г., Захаркин О.В., Ивахненко Е.Ю., Лоцман Д.С. АЛГОРИТМ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ВИДА, МЕСТА ПРИЛОЖЕНИЯ И СТУПЕНЕЙ УПРАВЛЯЮЩИХ ВОЗДЕЙСТВИЙ ДЛЯ ЦЕНТРАЛИЗОВАННОЙ СИСТЕМЫ ПРОТИВОАВАРИЙНОЙ АВТОМАТИКИ.....	117
Баракин К.А., Гольц С.Н., Горский Е.Р., Наумов В.А., Разумов Р.В. ОПЫТ ПРОЕКТИРОВАНИЯ И РАЗРАБОТКИ АВТОМАТИКИ ВЫДЕЛЕНИЯ НА СБАЛАНСИРОВАННЫЙ РАЙОН ОМСКОЙ ТЭЦ-4 НА БАЗЕ ШКАФА ШЭ1111	119
Васильев В.В., Глазырин В.Е. РАЗРАБОТКА МИКРОПРОЦЕССОРНОГО УСТРОЙСТВА АВТОМАТИКИ КОМПЛЕКСНОГО УПРАВЛЕНИЯ РАЗГРУЗКОЙ	123
Белоглазов А.В., Глазырин Г.В. АВТОМАТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА КОНТРОЛЯ И ДИАГНОСТИКИ ГИДРОАГРЕГАТОВ.....	127
Васильев В.В., Глазырин В.Е. КОМБИНИРОВАННЫЙ СПОСОБ УПРАВЛЕНИЯ РАЗГРУЗКОЙ ПО ЧАСТОТЕ И НАПРЯЖЕНИЮ.....	130
Васильева Н.С. ПРИМЕНЕНИЕ СИСТЕМЫ ПРЕДУПРЕЖДЕНИЯ ВЗРЫВОВ И ПОЖАРОВ ТРАНСФОРМАТОРОВ TRANSFORMER PROTECTOR	134
Вторушин А.С., Грунин О.М. ОЦЕНИВАНИЕ СОСТОЯНИЯ ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ В ЗАДАЧАХ ПРОТИВОАВАРИЙНОЙ АВТОМАТИКИ.....	137
Вторушин А.С., Захаркин О.В., Ивахненко Е.Ю. ДВУХУРОВНЕВАЯ СИСТЕМА ПРОТИВОАВАРИЙНОГО УПРАВЛЕНИЯ ОЭС СИБИРИ.....	140
Глазырин Е.Е., Петров А.М., Петров А.Э., Сакаев О.О. УНИФИЦИРОВАННЫЙ ПРОГРАММНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС ДЛЯ РЕАЛИЗАЦИИ УСТРОЙСТВ ПРОТИВОАВАРИЙНОЙ АВТОМАТИКИ.....	143
Глазырин В.Е., Глазырин Г.В. СИСТЕМА ТЕМПЕРАТУРНОГО КОНТРОЛЯ ГИДРОАГРЕГАТОВ.....	148
Горюнов В.А., Ерушин В.П., Тимофеев И.П. АЛГОРИТМЫ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ЦЕНТРАЛИЗОВАННОЙ ЗАЩИТЫ ОТ ЗАМЫКАНИЙ НА ЗЕМЛЮ В СЕТЯХ С ИЗОЛИРОВАННОЙ И РЕЗИСТИВНО-ЗАЗЕМЛЕННОЙ НЕЙТРАЛЬЮ	151
Задорожный А.Ф., Тарков М.С., Захаркин О.В., Петров А.М., Петров А.Э., Сакаев О.О. ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ОТКАЗОУСТОЙЧИВЫХ РАСПРЕДЕЛЕННЫХ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКИМИ СИСТЕМАМИ	155
Григоркин Б.О. АВТОМАТИЧЕСКОЕ ВКЛЮЧЕНИЕ РЕЗЕРВНОГО ПИТАНИЯ ДВИГАТЕЛЬНОЙ НАГРУЗКИ.....	160

СОДЕРЖАНИЕ

Кислюков В.А. АЛГОРИТМ КОНТРОЛЯ ИСПРАВНОСТИ ЦЕПЕЙ ИЗМЕРИТЕЛЬНОГО НАПРЯЖЕНИЯ	163
Ильиных Р.С., Ландман А.К., Петров А.М., Петров А.Э., Сакаев О.О. УСТРОЙСТВО КОНТРОЛЯ СОСТОЯНИЯ СХЕМЫ НА БАЗЕ КПА-М	167
Кислюков В.А. АЛГОРИТМ АВТОМАТИКИ ДОЗИРОВКИ УПРАВЛЯЮЩИХ ВОЗДЕЙСТВИЙ НА БАЗЕ ШКАФА МКПА	170
Левин В.М., Кузьмина Д.В. АВТОМАТИЗАЦИЯ МОНИТОРИНГА СИЛОВЫХ ТРАНСФОРМАТОРОВ	173
Наумов В.А., Доронин А.В. ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ЗАЩИТ ГЕНЕРАТОРОВ-ДВИГАТЕЛЕЙ ГИДРОАККУМУЛИРУЮЩЕЙ СТАНЦИИ.....	177
Перевалова В.Ю. ПРОБЛЕМЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ РЕЛЕЙНОЙ ЗАЩИТЫ В РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫХ СЕТЯХ	180
Попов П.Г. СОЗДАНИЕ ВЫСОКОНАДЕЖНЫХ УПРАВЛЯЮЩИХ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫХ КОМПЛЕКСОВ ПРОТИВОАВАРИЙНОЙ АВТОМАТИКИ	185
Кацук А.В., Петров А.Э., Сакаев О.О., Субботин-Чукальский А.В. ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОТОКОЛА МЭК 60870-5-104 В МИКРОПРОЦЕССОРНЫХ УСТРОЙСТВАХ ПРОТИВОАВАРИЙНОЙ АВТОМАТИКИ.....	189
Прутик А.Ф., Шмойлов А.В. АЛГОРИТМ ОЦЕНКИ ТЕХНИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ СРЕДСТВ РЕЛЕЙНОЙ ЗАЩИТЫ И АВТОМАТИКИ.....	192
Петров А.Э., Сакаев О.О., Чумаков В.А. ОРГАНИЗАЦИЯ УПРАВЛЕНИЯ В РЕАЛЬНОМ МАСШТАБЕ ВРЕМЕНИ В ОДНОПРОЦЕССОРНЫХ УСТРОЙСТВАХ ПРОТИВОАВАРИЙНОЙ АВТОМАТИКИ НА БАЗЕ МНОГОЗАДАЧНЫХ ОПЕРАЦИОННЫХ СИСТЕМ РЕАЛЬНОГО ВРЕМЕНИ	195
Селезнева Н.А. АВТОМАТИЧЕСКОЕ ОГРАНИЧЕНИЕ ПЕРЕГРУЗКИ ЛИНИЙ	198
Танфильев О.В., Глазырин В.Е. РАЗРАБОТКА АДАПТИВНЫХ АЛГОРИТМОВ АВТОМАТИКИ ЛИКВИДАЦИИ АСИНХРОННОГО РЕЖИМА ДЛЯ НЕПОЛНОФАЗНЫХ РЕЖИМОВ.....	202
Фишов А.Г., Шойко В.П., Калуга В.К., Зорина Л.Л. ТРЕНАЖЕР ДЛЯ ПРОТИВОАВАРИЙНЫХ ТРЕНИРОВОК ОПЕРАТИВНОГО ПЕРСОНАЛА РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫХ СЕТЕЙ	207
Чаплюк С.В. СОГЛАСОВАНИЕ НАСТРОЙКИ УСТРОЙСТВ АЛАР РАЗНЫХ ТИПОВ НА ПРИМЕРЕ РАБОТЫ ТРАНЗИТНОЙ ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧИ 220 кВ ЭНЕРГОСИСТЕМ РЕСПУБЛИКИ КОМИ, АРХАНГЕЛЬСКОЙ И ВОЛОГОДСКОЙ ОБЛАСТЕЙ.....	210

СОДЕРЖАНИЕ

Ландман А.К., Петров А.М., Петров А.Э., Сакаев О.О.

РЕАЛИЗАЦИЯ АЛГОРИТМА ВЫБОРА УПРАВЛЕНИЯ
ПО СПОСОБУ II-ДО В УСТРОЙСТВАХ ПА НА БАЗЕ КПА-М..... 214

ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКА

Сосков С.М., Дмитриев И.Н., Левченко А.А., Иванова Ю.М., Сальников В.Г.

ЭЛЕКТРОМАГНИТНАЯ ОБСТАНОВКА В СЕТИ 10 кВ
С ИЗОЛИРОВАННОЙ НЕЙТРАЛЬЮ КАК РЕЦЕПТОРЕ 219

**Горелов В.П., Дука А.И., Долгушин С.Б., Вишнягов М.Г., Иванова Ю.М., Клеутин В.И.,
Руппель А.А., Сальников В.Г., Хоменчук А.А.**

ЭЛЕКТРОМАГНИТНАЯ СОВМЕСТИМОСТЬ В ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ
СЕТЯХ ПРИИРТЫШЬЯ 223

Токомбаев М.Т., Стинский А.С.

ИССЛЕДОВАНИЕ ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТИ МАКСИМАЛЬНОЙ
ТОКОВОЙ ЗАЩИТЫ, ИСПОЛЬЗУЮЩЕЙ ГЕРКОНЫ
И КАТУШКИ ИНДУКТИВНОСТИ 227

**Абакумов Е.В., Горелов С.В., Дмитриев И.Н., Духновский Н.А., Левченко А.А., Хоменчук
А.А.**

ПРИМЕНЕНИЕ СИСТЕМНОГО ПОДХОДА
К ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЮ И ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЙ
СОВМЕСТИМОСТИ ОБОРУДОВАНИЯ В ЭНЕРГЕТИКЕ 231

Шувалов Г.В., Ясырова О.А., Хоменчук А.А., Асосков С.М.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПРИБОРА
ДЛЯ КОНТРОЛЯ ПЛОТНОСТИ ГОРЮЧЕ-СМАЗОЧНЫХ
МАТЕРИАЛОВ НА РЕЧНЫХ СУДАХ 235

Андреева О.А.

ДИАГНОСТИКА РОТОРОВ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ МАШИН,
ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В СОБСТВЕННЫХ НУЖДАХ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ..... 238

НАУЧНОЕ ИЗДАНИЕ
Научные проблемы транспорта Сибири и Дальнего Востока

Компьютерная верстка – Коновалов В.В.

Подписано в печать 05.05.09 с оригинал-макета

Бумага офсетная №1, формат 60x84 1/8, печать трафаретная – Riso.

Усл. печ. л. 28,6 , тираж 1000 экз. Заказ №

Цена договорная.

Новосибирская государственная академия водного транспорта (НГАВТ), 630099, Новосибирск, ул. Щетинкина, 33, тел. (383)222-64-68, факс (383)222-49-76, e-mail: ngavt@ngs.ru.