

кратить эти затраты в три раза. Теплопотери на 1 погонный метр существующей сети 0.00009 Гкал/час, а с пенополиуретановой изоляцией 0.000027 Гкал/час.

Переход от традиционной канальной прокладки трубопроводов тепловых сетей и горячего водоснабжения на бесканальную с применением труб в пенополиуретановой изоляции с полиэтиленовым покрытием дает следующие преимущества:

- отказ от использования железобетона и отсутствие необходимости заглублять эти коммуникации на глубину 2 метра и более;
- сокращение длины прокладываемых теплосетей в связи с отсутствием необходимости использовать П - образные компенсаторы для компенсации температуры и использование изогнутых труб для оптимизации формы теплотрассы;
- увеличение срока службы трубопроводов теплосети с 15-20 лет до 30-50 лет;
- резкое уменьшение тепловых потерь в трубопроводах в результате усиленной пенополиуретановой изоляции;
- использование системы контроля за состоянием трубопроводов (снижение эксплуатационных затрат).

В области эксплуатации трубопроводов тепловых сетей имеется потенциал энергосбережения и снижения эксплуатационных затрат: организация системы контроля утечек воды позволит снизить потери тепла и коррозию труб, возникающие при мокрой теплоизоляции; объединение тепловых сетей районов города в единую систему.

Для оперативного контроля и управления узлами тепловой сети создана комплексная система удаленного сбора информации и управления оборудованием. Эта система решает следующие задачи:

- сбор информации от групповых и индивидуальных теплоцентров, насосных и бойлерных по давлению, температуре и расходу теплоносителя, утечек тепловой сети, положению задвижек, состоянию насосов, наличию аварийных сигналов локальной автоматики;
- контроль собранных параметров на выходе за границы участков;
- локальное управление оборудованием на объектах;
- изменение установок локальных регуляторов на объектах;
- обработка и архивация собранной информации;
- регистрация аварийных ситуаций с выдачей сигнала "тревоги" оперативному персоналу;
- обеспечение доступа к собранной информации по локальной сети предприятия;
- выполнение дистанционного управления задвижками по инициативе оператора с целью отсечки поврежденных участков тепловой сети.

Объектом управления системы централизованного контроля является комплекс телемеханики.

В состав комплекса системы централизованного контроля теплоснабжения города включена разработанная математическая модель гидравлического расчета сложных разветвленных цепей, кото-

рая позволяет рассчитывать режимы работы тепловой сети и осуществлять ее балансировку (наладку).

### Оптимизация режима ЭЭС для целей энергосбережения

Чемборисова Н.Ш., Баженов А.Ю., Земляк А.В.  
Амурский государственный университет

Управление режимами электроэнергетических систем (ЭЭС) включает решение задач оптимизации режимов, в которых используются принцип декомпозиции и иерархический принцип. В Амурской энергосистеме, например, одной из подзадач управления является оптимизация режимов каскадов гидроэлектростанций по критерию максимума выработки энергии на гидростанции.

В качестве цели оптимизации принят максимум суммарной выработки энергии гидроэлектростанциями:

$$f(x) = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m N_{\Gamma\text{ЭС}ij}(x) * k_{\text{сум}ij} * \Delta t_i \rightarrow \max,$$

где  $x = \{x_{ij}, i = \overline{1, n}, j = \overline{1, m}\}$  - вектор независимых переменных;  $\Delta t_i$  - длительность i-го расчётного интервала, ч;  $k_{\text{сум}ij}$  - коэффициент суточного регулирования j-й ГЭС в i-м интервале.

При расчёте оптимального режима должны соблюдаться следующие ограничения: по объёмам (уровням) каждого водохранилища; по расходам воды в нижний бьеф каждой ГЭС; по расходам воды из каждого водохранилища; по суммарной мощности всех ГЭС в каждом интервале; по суммарной пиковой мощности всех ГЭС в каждом интервале.

Еще одним способом оптимизации является оптимизация режимов энергосистем по критерию минимума расхода топлива с использованием интегральных кривых нагрузок. Расчёт ведётся по мгновенным характеристикам ГЭС и ТЭС, и при этом учитывается внутриинтервальная неравномерность нагрузок энергосистемы и режимных параметров ГЭС и ТЭС.

Нагрузка энергосистемы в каждом интервале  $\Delta t_i$  представлена интегральной кривой продолжительности часовых нагрузок, аппроксимированной несколькими отрезками прямых.

Для расчёта кроме информации по ГЭС должны быть заданы: эквивалентная схема электрической сети; характеристики относительных приростов ТЭС  $b = f(P)$ ; матрицы сетевых коэффициентов для расчёта относительных приростов потерь энергии в сети и перетоков мощности по контролируемым ВЛ; прогнозируемые нагрузки электропотребления; предельные значения параметров, отвечающие заданной системе ограничений.

На примере Амурской энергосистемы можно рассмотреть влияние внешних перетоков на режим работы системы. Предварительный анализ можно

проводить на текущий рабочий день, сопоставляя величины перетоков в характерные часы ночного

периода (3 часа) и вечернего пика (18 часов), приведенные в таблицах 1 и 2.

Таблица 1 – замер в 18 часа

АО Энерго	Перетоки, МВА
Читаэнерго	- 1,1+j6.2
Якутскэнерго	+ 131-j13
Хабаровскэнерго	- 56-j27

Потери активной мощности: 57,556 МВт.

Таблица 2 – замер в 3 часа

АО Энерго	Перетоки, МВА
Читаэнерго	- 8+j6.4
Якутскэнерго	+ 155-j36
Хабаровскэнерго	+ 67-j

Потери активной мощности: 17.202 МВт.

"+" – перетоки направлены в систему; " – " - перетоки направлены из системы.

Из таблиц видно, что изменяя внешние перетоки, можно подобрать оптимальный по условию минимума потерь активной мощности в сети режим. Оптимизация может проводиться как решение транспортной задачи.

При проведении оптимизации режимов возможно энергосбережение за счет уменьшения потерь активной мощности в сети, экономии топлива на тепловых станциях. Оптимальное ведение режима может позволить экономить от 7 до 30 тыс. руб. в сутки.

В настоящее время в связи с переходом АО «Энерго» на рыночные отношения и вследствие развития оптового рынка электроэнергии и мощности, появилась необходимость обеспечения контроля и учета межсистемных перетоков электроэнергии. Коммерческие расчеты за поставляемую электроэнергию требуют высокой точности учета отпускаемой (принимаемой) энергии и транзитных потерь как для продавца, так и для покупателя энергии. Важность этих требований повышается с осуществляемым переходом на зонный учет и дифференцированные тарифы на оплату электроэнергии, поэтому возникает необходимость организации оперативного контроля точности показаний приборов учета электроэнергии. Возникает необходимость разработки оценочных методов достоверизации информации, быстродействующих и работающих в условиях неполной информации.

Этот метод, основан на информации АСКУЭ. При оценке активных нагрузочных потерь целесообразно использовать графики суточных нагрузок составленные по данным АСДУ, т.е. суточные графики, составленные по минутным интервалам.. Это позволит с более высокой точностью определить  $K_{\phi}$  (коэффициент формы графика суточных нагрузок), что в свою очередь уменьшает расчетную погрешность при вычислении нагрузочных потерь и, соответственно, исключает возникновение появляющегося вследствие этого дополнительного небаланса. Можно также заменить все полчасовые значения отпущеной и принятой энергии на интегрированные на получасовых интервалах значения перетоков мощности по соответствующим линиям (информация АСДУ). Это позволит уменьшить расчетную погрешность. Такой подход применялся при анализе данных в Амурской электроэнергетической системе. В результате были выявлены интервалы с недостоверными замерами энергии и мощности (отличие почти в два раза), скорректированы их значения. При невозможности проверки информации с помощью контрольных уравнений такой подход позволяет получать более достоверную информацию при взаиморасчетах между энергосистемами за потребляемую или отпущенную энергию.

### Совместное использование информации АСДУ и АСКУЭ для обеспечения ее достоверности

Чемборисова Н.Ш., Коренюк Т.В.  
Амурский государственный университет

Задачи АСДУ обычно разбивают на три подзадачи: планирования режимов, оперативного и автоматического управления, тогда информационное обеспечение целесообразно рассматривать в рамках каждой из этих подзадач. На данном этапе рассматривается возможность введения зонного учета и дифференцированных тарифов, поэтому больший интерес представляет та информация, обеспечивающая оперативное управление. В энергосистемах на всех линиях межсистемных перетоков установлены измерительные преобразователи активной и реактивной мощности, с которых по заданному циклу с интервалом (обычно 30 сек.) поступает информация об активной и реактивной мощности соответствующей ЛЭП. Обеспечение передачи информации в данном случае возложено на комплекс телемеханики. На таких линиях также устанавливаются электронные счетчики активной и реактивной энергии. Информация о потреблении электроэнергии передается на более высокий иерархический уровень с заданным циклом (30 минут) или по запросу оператора. Программное обеспечение АСКУЭ позволяет формировать по этим данным суточные графики нагрузки и базу данных потребления/отпуска электроэнергии за последний период.