

ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ & АВТОМАТИЗАЦИЯ

КОНСОРЦИУМ

ЛОГИКА® ТЕПЛО ЭНЕРГО **МОНТАЖ**

EX PROFESSO - СО ЗНАНИЕМ ДЕЛА

ТЕПЛОСЧЕТЧИК СПТ940-ПРЭМ



ЭКОНОМИЧНОЕ РЕШЕНИЕ
ДЛЯ УЧЕТА ТЕПЛА НА ОБЪЕКТАХ
С НАГРУЗКОЙ МЕНЕЕ 0,2 Гкал/ч

ТЕПЛОКОМ **ТК**



Реклама

СИСТЕМА ОПЕРАТИВНОГО КОНТРОЛЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ БАЛАНСОВ ДЛЯ ТЕПЛОВОЙ СЕТИ

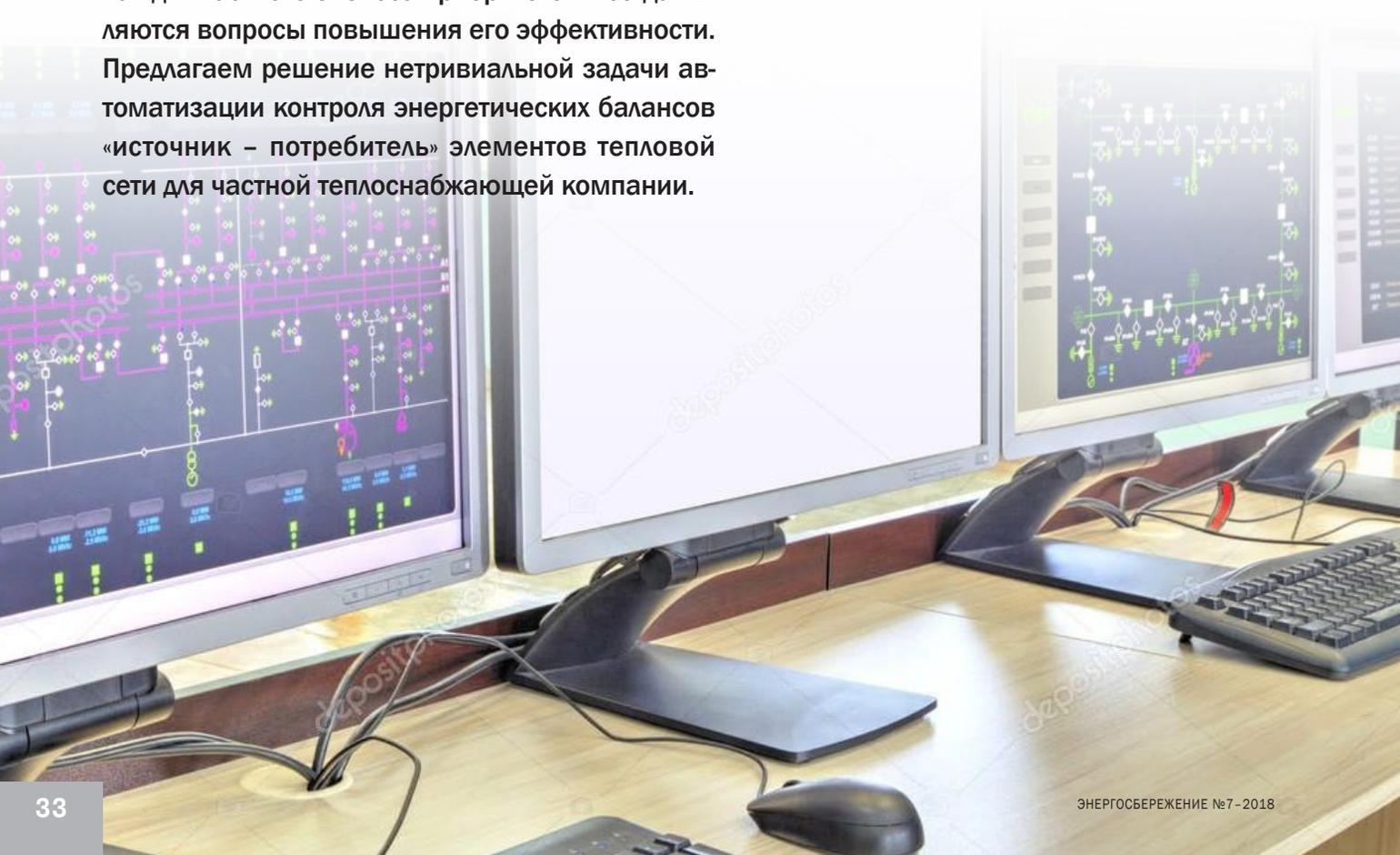
А. В. Кожевников, генеральный директор ООО «Энергопуть»

В. Г. Рыжков, генеральный директор ООО «Тансис»

Ключевые слова: энергоэффективность, автоматизация, информационно-аналитические системы, энергетический баланс, тепловые сети

В эпоху повсеместной «цифровизации» как государственных (муниципальных) структур, так и коммерческих предприятий стало нормой применение информационно-аналитических систем (ИС) для выработки управленческих решений. При этом можно выделить две тенденции использования ИС: для бюджетных организаций акцент обычно делается на обработку статистических данных и формирование отчетности, в то время как для частного бизнеса приоритетом всегда являются вопросы повышения его эффективности. Предлагаем решение нетривиальной задачи автоматизации контроля энергетических балансов «источник – потребитель» элементов тепловой сети для частной теплоснабжающей компании.

Опыт разработки различных нетривиальных решений для ИС [1] показывает, что почти всегда у потенциального заказчика присутствуют информационные задачи, которые изначально не закладываются в типовое программное обеспечение (ПО), настроенное на массового потребителя. Крупные компании – разработчики таких продуктов крайне неохотно относятся к внесению изменений в них, а если и берутся за такую работу, то оценивают ее неоправданно дорого. В то же



время разработчики из небольших компаний в условиях конкуренции являются более гибкими в отношении своих наработок и всегда стараются идти навстречу пожеланиям потенциальных заказчиков.

В начале 2018 году авторы получили предложение от теплоснабжающей организации (далее – Заказчик) доработать, на основе имеющихся типовых решений, установленное в организации ПО до уровня, позволяющего выполнять анализ эффективности всех элементов тепловой сети в реальном времени.

При этом было оговорено, что стоимость разработки не будет оплачена, а возможно приобретение только «готового» ПО¹.

Особенности тепловой сети потенциального заказчика

У заказчика около 40 котельных (в основном газовых) осуществляют теплоснабжение свыше 1200 объектов, большинство которых оборудовано индивидуальными тепловыми пунктами (ИТП). Все котельные и абоненты имеют высокую оснащенность автоматизированными приборами учета (АПУ), оборудованными SIM-картами и опрашиваемыми сервером с интервалом 1 ч. Данные часовых показаний по основным параметрам (температура и давление в прямом и обратном трубопроводах, объемные расходы теплоносителя и подпиточной воды, расход тепловой энергии и т. д.) передаются через GPS-канал в различные информационные системы обработки данных. Объем часового архива первичных данных – свыше 500 параметров по котельным и более 12 000 – по абонентам тепловой сети. Полученные данные обрабатываются информационными модулями, разработанными в разное время на различных программных платформах (1С, SCADA, ARGO и собственное прикладное ПО) и используются для диспетчеризации производственных процессов, контроля потребления ресурсов, расчетов с абонентами тепловой сети и т. д.

Согласно предоставленному «концепту ТЗ», требовалось:

- сформировать единое информационное пространство (систему) контроля энергоресурсов по тепловым источникам, сетям, ЦТП и потребителям (абонентам);
- обеспечить оперативное (с шагом 1 ч) вычисление эффективности работы источников, удельных величин расхода и потребления ресурсов для всех элементов сети и их сравнение с нормативными показателями в зави-



симости от температуры окружающей среды;

- организовать расчет часовых энергетических балансов «источник – потребитель» по каждому отдельно взятому фрагменту «котельная – сеть (ЦТП) – абонент (ИТП)».

Заказчик предложил отработку алгоритмов вновь разрабатываемого ПО выполнить на базе «пилотного проекта» – одного из производственных участков сетей на основе реальных данных (сформированных архивов) за 2017–2018 годы.

Технические решения

Анализ уже установленных у заказчика отдельных программных продуктов показал, что они существенно отличаются друг от друга базовыми единицами учета (точки учета – номер прибора учета, неструктурированный адрес объекта, номер телефона или SIM-карты и т. д.), форматами используемых баз данных (SQL, XML, OPC DA, MID/MIF и др.), а также периодами опроса/отображения данных. Для исправления сложившейся ситуации было предложено сформировать интегрирующую информационные потоки новую «систему контроля «источник – потребитель»» (СКИП) на основе наших решений с использованием технологии IBM Lotus Domino, прекрасно зарекомендовавшей себя на основе многолетнего опыта по созданию и эксплуатации автоматизированных систем управления для теплоснабжающих организаций (от ГУП «Мосгортепло» до ПАО «МОЭК» [2]). Дополнительно предложено использовать корпоративную геоинформационную систему, реализованную на Open Source (PostgreSQL + PostGis, Geoserver), не требующую

¹ По существу, предлагалось выполнить НИОКР за счет внутренних резервов компаний, без гарантии впоследствии выкупить ориентированное на заказчика ПО.

дополнительного лицензирования в зависимости от количества пользователей.

Расчеты энергобалансов «источник – потребитель»

Для решения ключевой задачи концепта ТЗ (расчеты энергобалансов «источник – потребитель») была выбрана схема (рис.), которая для каждого участка и для каждого элемента тепловой сети позволяет связать за произвольный период времени фактический расход первичной энергии с расходами тепловой энергии на котельной, потерями в тепловой сети и реализацией тепловой энергии каждому абоненту отдельного участка тепловой сети. Для выявления отклонений параметров энергобалансов от номинальных («нормативных») необходимо было рассчитать непрерывные или дискретные «тепловые профили» каждого из элементов тепловой сети (см. справку).

В СКИП задача определения тепловых профилей² была успешно решена для всех элементов:

■ ТПА рассчитываются на основании договоров о теплоснабжении, устанавливающих температурный график и мощности, выделяемые на отопление, ГВС и вентиля-

цию для каждого абонента;

■ Формирование ТПК осуществляется на основании данных режимных карт котлов, установленных в котельной, что позволяет учесть изменение КПД брутто $\eta_{бр}$ и нетто $\eta_{нт}$ в зависимости от текущей тепловой нагрузки каждого котла и по котельной в целом. Кроме того, использование режимных карт в качестве «норматива» позволило контролировать также в режиме реального времени основные удельные показатели работы источников;

■ На этапе «пилотного проекта», с учетом отсутствия финансирования, ТПС было решено определять статистическими методами, как функцию температуры ($T_{п}$). При этом на перспективу, в случае продолжения работ, предусматривалась возможность задания теплового профиля сетей на основе расчетных данных за счет интеграции одной из специализированных программ («CityCom-Теплограф», ZuluThermo и некоторые другие).

Решение сопутствующих задач

Помимо решения нетривиальной задачи формирования энергобалансов, попутно были решены и задачи, которые можно отнести к «тривиальным» [3, 4]: сбор

Схема энергетического баланса Источник-Потребитель**** в СКИП

		Источник (котельная)	Тепловая сеть	Потребители											
Расход природного газа, нормативный $Q_{рwn}$ и фактический $Q_{рwf}$	Тепловая энергия, эквивалентная расходу природного газа, $Q_{рw}$	Нормативные потери (по ТПК*), $Q_{пкн}$ Сверхнормативные потери, $\pm PQ_{пкф}$	Нормативный расход ТЭ на собственные нужды котельной по ТПК*, $Q_{снкн}$ Расход ТЭ на собственные нужды сверхнорматива, $\pm PQ_{снкф}$	Нормативные потери ТЭ в сети (по ТПС***), $Q_{спн}$ Сверхнормативные потери ТЭ в сети, $\pm PQ_{спф}$											
		Потери источника на преобразование первичной энергии			Потери ТЭ в сети										
		Нормативная выработка тепловой энергии, $Q_{вн} = Q_{рwn} \cdot \eta_{бр}$ Фактическая выработка ТЭ, $Q_{вф} = Q_{рwf} \cdot \eta_{бр} = Q_{оф} + Q_{снкф}$	Нормативный отпуск тепловой энергии в сеть: $Q_{он} = Q_{рwn} \cdot \eta_{нт}$ Фактический отпуск ТЭ в сеть: $Q_{оф} = Q_{рwf} \cdot \eta_{нт}$ Отклонения от режима отпуска ТЭ в сеть: $\pm PQ_{оф}$	Фактическая реализация ТЭ = сумма фактического потребления ТЭ по всем ИТП $Q_{рф} = \sum_{i=1}^n Q_{наi} \pm \sum_{i=1}^n \pm PQ_{аfi}$	<table border="1"> <tr> <td>$Q_{аф1}$ - фактическое потребление ИТП-1</td> <td>Нормативное (по ТПА****) $Q_{на1}(T_n)$</td> </tr> <tr> <td>$Q_{аф2}$ - фактическое потребление ИТП-2</td> <td>Нормативное (по ТПА****) $Q_{на2}(T_n)$</td> </tr> <tr> <td>$Q_{аф3}$ - фактическое потребление ИТП-3</td> <td>Нормативное (по ТПА****) $Q_{на3}(T_n)$</td> </tr> <tr> <td>//////</td> <td>//////</td> </tr> <tr> <td>$Q_{афи}$ - фактическое потребление ИТП-i</td> <td>Нормативное (по ТПА****) $Q_{наi}(T_n)$</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Отклонения от норматива $\pm PQ_{аfi}$</td> </tr> </table>	$Q_{аф1}$ - фактическое потребление ИТП-1	Нормативное (по ТПА****) $Q_{на1}(T_n)$	$Q_{аф2}$ - фактическое потребление ИТП-2	Нормативное (по ТПА****) $Q_{на2}(T_n)$	$Q_{аф3}$ - фактическое потребление ИТП-3	Нормативное (по ТПА****) $Q_{на3}(T_n)$	//////	//////	$Q_{афи}$ - фактическое потребление ИТП-i	Нормативное (по ТПА****) $Q_{наi}(T_n)$
$Q_{аф1}$ - фактическое потребление ИТП-1	Нормативное (по ТПА****) $Q_{на1}(T_n)$														
$Q_{аф2}$ - фактическое потребление ИТП-2	Нормативное (по ТПА****) $Q_{на2}(T_n)$														
$Q_{аф3}$ - фактическое потребление ИТП-3	Нормативное (по ТПА****) $Q_{на3}(T_n)$														
//////	//////														
$Q_{афи}$ - фактическое потребление ИТП-i	Нормативное (по ТПА****) $Q_{наi}(T_n)$														
	Отклонения от норматива $\pm PQ_{аfi}$														

* ТПК - Тепловой профиль котельной

** ТПС - Тепловой профиль сети

*** ТПА - Тепловой профиль абонента

**** Электрическая энергия в баланс не включена, так как она так расходуется исключительно на собственные нужды (работу электрооборудования) котельной

² Формат статьи не позволяет подробно описать алгоритмы расчетов.

и хранение данных о потреблении энергоресурсов, вычисление удельных показателей эффективности работы котельных, оперативный контроль качества теплоносителя, формирование НСИ и т. д. Также, помимо отражения всех часовых показателей, в новой системе удалось реализовать расчеты и визуализацию параметров всех элементов сети за произвольный период времени (сутки, неделя, месяц, с начала года и т. д.), а для некоторых показателей – отразить динамику их изменения, что дало дополнительные инструменты для анализа эффективности работы теплоснабжающей компании в целом и автоматизированного формирования основы принятия оперативных управленческих решений.

В работе над пилотным проектом авторы опирались на принципы «методологии экспресс-анализа» [5, 6], основы которой были заложены в 2010 году и которая является мощным инструментом, обеспечивающим системный подход к разработке комплексных информационных систем.

Актуальность разработки ПО под конкретного заказчика

Развитие имеющихся программных наработок «по собственному разумению» компаниями-разработчиками без ясного понимания целей такой работы зачастую приводит к тому, что эти «улучшения» остаются невостребованными. В то же время создание комплексных систем, ориентированных на особенности технического задания конкретного заказчика, позволяет осознанно пересмотреть типовые решения и задать правильное направление их переработки или даже новой разработки. В данном случае отсутствие первичного финансирования НИОКР не стало помехой проведению разработки, а техническая проблематика, сформулированная Заказчиком, явилась отличным стимулом. В настоящее время СКИП находится в стадии отладки и тестирования ПО.

В условиях отсутствия на рынке специализированных программных продуктов, решающих описанный комплекс задач, проведенная разработка СКИП имеет большой потенциал как мощный и гибкий инструмент анализа работы комплекса «источник – потребитель» для теплоснабжающих организаций.

Литература

1. Кожевников А. В., Рыжков В. Г. Опыт разработки и внедрения в Республике Коми «комплексной информационной системы управления энергосбережением» (КИСУЭ) // Муниципальная Академия. 2016. № 2. С. 32–35.

2. Инновации в технологиях и бизнесе. 2010. № 1.

Тепловой профиль абонента (ТПА) – нормативная для каждого абонента функция, описывающая его потребность в тепловой энергии ($Q_{на}$) в зависимости от температуры наружного воздуха (T_n).

Тепловой профиль котельной (ТПК) – нормативная для каждой котельной функция, связывающая отпуск тепловой энергии ($Q_{он}$) котельной с расходами на собственные нужды ($Q_{снкн}$) и нормативными потерями котельной на преобразование энергии ($Q_{пкн}$) в зависимости от температуры наружного воздуха (T_n) или иного параметра (H).

Тепловой профиль сети (ТПС) – нормативная функция, описывающая потери тепловой энергии ($Q_{спн}$) в тепловой сети, через которую котельная передает тепловую энергию абонентам, в зависимости от температуры наружного воздуха (T_n) или иного параметра (H).

3. Кожевников А. В., Рыжков В. Г., Шпенёв А. Г., Карпенко С. М. Инновационные системные решения для регионального управления // Муниципальная Академия. 2017. № 3.

4. Кожевников А. В., Карпенко С. М. Автоматизация процессов управления энергосбережением в муниципальных образованиях (регионах) // Муниципальная Академия. 2017. № 4.

5. Кожевников А. В., Рыжков В. Г., Шпенёв А. Г., Карпенко С. М. Экспресс-анализ потенциала энергосбережения как инструмент повышения энергоэффективности регионов России // Энергосбережение. 2017. № 7.

6. Кожевников А. В., Рыжков В. Г., Шпенёв А. Г., Карпенко С. М. Особенности применения автоматизированных алгоритмов экспресс-оценки потенциала энергосбережения // Энергосбережение. 2017. № 8. ■