

# КОМПЛЕКСНАЯ АВТОМАТИЗАЦИЯ ТЕПЛОВЫХ СЕТЕЙ КАК НАИБОЛЕЕ РЕЗУЛЬТАТИВНЫЙ ИНСТРУМЕНТ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ

А.И. ПРОШИН, М.Б. ШЕХТМАН, Д.В. ЛАДУГИН  
(НПФ «КРУГ»)



Рассматриваются основные проблемы тепловых сетей и способы их решения. Приводятся данные по экономической эффективности создания систем диспетчеризации теплосетей. Описаны преимущества программно-технического комплекса для автоматизации объектов теплосетей.

**Ключевые слова:** теплоснабжающее предприятие, тепловая сеть, котельные, насосные, тепловые пункты, диспетчеризация, комплексная автоматизация, учёт энергоресурсов, программно-технический комплекс, контроллеры, SCADA-система, типовые решения.

## ТЕПЛОВЫЕ СЕТИ. ПРОБЛЕМЫ. СПОСОБЫ РЕШЕНИЯ

Тепловые сети являются одной из самых проблемных зон энергетической отрасли во многих городах России. Сложившаяся ситуация характеризуется:

- неэффективностью, обусловленной коммерческими и техническими потерями при передаче и распределении энергоресурсов;
- не оптимальностью режимов работы тепловых сетей;
- высокой аварийностью, связанной с ветхим состоянием оборудования тепловых сетей;
- большими затратами на эксплуатацию системы из-за высокой доли ручных операций и большого количества эксплуатационного персонала;
- социальной напряжённостью, вызванной плохой организацией и низким качеством предоставления коммунальных услуг.

В условиях недостаточности инвестиций в данную отрасль следует искать наименее затратные, но дающие быстрый эффект методы, позволяющие решить хотя бы часть имеющихся проблем. Один из таких методов — **комплексная автоматизация тепловых сетей**. При сравнительно небольших затратах относительно замены технологического оборудования трубопроводов автоматизация даёт **быстрый экономический эффект**.

Сокращение потерь при производстве, передаче и распределении энергоресурсов — одна из основных задач, которую необходимо решать для теплосетей в России. Автоматизированные системы управления теплосетью позволяют справиться с рядом проблем, описанных ниже.

**Первая проблема**, на которую следует обратить внимание при оптимизации работы теплосети, — это, конечно же, гидравлический режим работы. Неоптимальная работа теплосети в целом приводит к неэффективным и неоптимальным режимам эксплуатации используемого технологического оборудования и всего технологического процесса. Источники тепла (котельные), как правило, загружены нерационально. Потери в виде перерасхода тепла и электроэнергии за счет разрегулировки систем теплоснабжения за один отопительный сезон составляют до 8% от всех расходов на теплоснабжение. К ним добавляются потери в системах отопления, связанные с неравномерным распределением тепла по объекту потребления (до 5-15%).

Очень часто вышеперечисленные потери обусловлены низкой наблюдаемостью из-за плохого оснащения датчиками в контрольных точках теплосети, а также невозможностью быстрых расчётов текущих **техно-экономических показателей** (ТЭП). Низкая наблюдаемость системы является причиной не оперативности принятия решений, что, в свою очередь, приводит к авариям на теплосетях. Система диспетчеризации в ре-

жиме реального времени предоставляет информацию о материально-энергетическом балансе теплосети в целом и отдельных его участков, а также оперативную информацию о фактических удельных затратах на выработку и транспортировку энергоносителя, контроль текущих ТЭП. Это позволяет диспетчерам принимать своевременные решения по изменению режимов работы оборудования.

**Вторая проблема** — высокие затраты на электроэнергию при транспорте тепла. Применение частотно-регулируемых электроприводов (ЧРП) насосов — один из наиболее эффективных и недорогих методов решения данной проблемы. Применение ЧРП может дать до 25 % экономии электроэнергии. В качестве примера можно привести опыт одной из компаний, которая при вложении в ЧРП 1 млн рублей получила за один отопительный сезон экономический эффект в 8 млн руб. На предприятиях теплоснабжения, где для подпитки используется вода из собственного водозабора, установка на водозаборах частотных электроприводов даёт 20-30 % экономии затрачиваемой электроэнергии.

**Третья проблема** — неправильное ведение технологических режимов оборудования, которое приводит к преждевременному износу и старению оборудования, требует дополнительных затрат на ремонты. По нашим данным, потери при плохой организации горения топлива доходят до 20 %, а в некоторых случаях и до 40 %. Сокращение затрат на ремонт и замену котельного оборудования иногда достигает 4–5-кратных значений! Данные проблемы связаны с низкой квалификацией, ошибками и зачастую халатностью оперативного персонала, осуществляющего управление технологическим оборудованием. Современная автоматика позволяет полностью исключить данные проблемы.

**Четвёртая проблема** — несоответствие характера отопления текущим погодным условиям. В среднем, потери в связи с этим (перетоп) могут составлять 15-20 %. Работа по температурному графику — ещё один относительно недорогой, но очень эффективный способ экономии топлива. Особенно это заметно в демисезонные периоды, когда существенны колебания суточных температур. Если в зимний период работа по температурному графику даёт 12-15 % экономии газа, то весной и осенью этот показатель

доходит до 30 %. Естественно, что наиболее точно такую работу может обеспечить система автоматизации.

**Пятая проблема** — отсутствие или неработоспособность регуляторов горячей воды на бойлерах горячего водоснабжения (ГВС). Нагрузка на ГВС может быть на 10-15 % выше оптимальной.

**Шестая проблема** — высокие затраты на фонд оплаты труда в связи с большим числом обслуживающего и оперативного персонала, работающего посменно. Современные средства автоматизации позволяют полностью заменить труд человека на многочисленных котельных, центральных тепловых пунктах (ЦТП), насосных и т.д. К тому же системы диспетчеризации дают возможность оптимизировать и работу ремонтного персонала. Общее сокращение обслуживающего и оперативного персонала теплосети в результате создания автоматизированной системы с применением “безлюдных технологий” может составить до 3-х раз. Только за счёт сокращения персонала срок окупаемости системы автоматизации уменьшается до 3–3,5 лет.

**Седьмая проблема** — несанкционированные сливы, несвоевременное обнаружение утечек, а также неправильно организованный учёт энергоресурсов. Высокую экономию может дать замена морально и технически устаревших узлов учёта энергоресурсов. Иногда приборы учёта на объектах теплосетей полностью отсутствуют, в связи с чем, возникают издержки вследствие завышенных договорных тарифов. Приборы учёта позволяют оперативно обнаруживать аварийные ситуации, производить контроль утечек и несанкционированных сливов. Для некоторых теплосетей решение данных проблем даёт значительный экономический эффект. Во многих случаях процесс разворачивания системы диспетчеризации надо начинать именно с наведения порядка в сфере учёта. Контроль качества отпускаемых ресурсов на источниках, ЦТП и точках поставки у потребителей позволяет оперативно выявлять участки с пониженной теплоизоляцией, что ведёт к уменьшению времени реагирования на восстановление изоляции и минимизации тепловых потерь при транспортировке теплоэнергии.

Приведённые выше данные говорят о существенном **экономическом эффекте**, получаемом после создания систем автоматизации и диспетчеризации объектов теплосети.



Рис. 1. Значение автоматизации в сокращении потерь в тепловых сетях

На рис. 1 показаны гистограммы распределения потерь до автоматизации и после для среднестатистической теплосети (данные взяты из собственного опыта внедрений НПФ “КРУГ” на объектах теплосетей Саранска, Пензы, Энгельса и публикаций в интернете). Отсюда видно, что эффект от внедрения автоматизированной системы управления теплосетью может составлять до 30% от всех затрат на производство, транспорт и потребление энергии. В большинстве случаев **окупаемость** системы составляет 1-2 года.

### О НАУЧНО-ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ ФИРМЕ “КРУГ”

НПФ “КРУГ”, которая в этом году отмечает свой 25-летний юбилей, имеет значительный опыт создания систем диспетчеризации и автоматизации теплосетей. Это многопрофильная компания, занимающаяся разработкой, производством и внедрением АСУ ТП для различных отраслей промышленности, включая энергетику, теплосети, нефтегазовую отрасль, химическую промышленность, водоканалы, пищевую промышленность, стройиндустрию и т.д. Всего фирма “КРУГ” со своими партнёрами осуществила более 650 внедрений систем автоматизации. За годы своего развития фирма “КРУГ” превратилась в компанию, которая способна оказать весь спектр услуг в области разработки АСУ ТП, начиная с предпроектного обследования, разработки ТЗ и проектно-сметной документации и заканчивая инжиниринговыми, пусконаладочными работами, техническим обслуживанием и сопровождением АСУ ТП.

Силами фирмы “КРУГ” и её партнёров созданы системы автоматизации и диспетчеризации объектов тепловых сетей в городах Саранск, Пенза, Энгельс, Сызрань, Ульяновск, Уфа, Салават, Медногорск, Тольятти, Брянск, Новосибирск, Иркутск и др. С использованием оборудования производства НПФ “КРУГ” автоматизированы объекты теплоснабжения многих промышленных предприятий, таких как Ярославский завод напитков (ЯЗН), ЯНПЗ имени Д.И. Менделеева, Пензенский завод энергетического машиностроения (ПЗЭМ), Саратовский НПЗ и т.д.

### ПРОГРАММНО-ТЕХНИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА ДЛЯ АВТОМАТИЗАЦИИ

Фирма “КРУГ” является разработчиком **программно-технического комплекса КРУГ-2000 (ПТК КРУГ-2000®)**. Разработанные на базе ПТК КРУГ-2000 решения имеют ряд преимуществ, которые выгодно отличают их от продукции конкурентов:

1. Комплексный подход и построение системы на базе единых, глубоко интегрированных между собой программных и технических средств.
2. Высокая надёжность оборудования в совокупности с возможностью организации различных схем резервирования позволяют строить АСУ ТП на базе “безлюдных технологий”.
3. Организация связи локальных АСУ ТП объектов (ЦТП, насосные, котельные) по медленным и ненадёжным каналам связи (модемные проводные каналы, GSM) с возможностью их резервирования.
4. Возможность постепенного наращивания функционала и масштабирования системы.
5. Реализация всех задач в одном программно-техническом комплексе (учёт, контроль, управление, анализ).
6. Наличие драйверов для многочисленных приборов учёта, применяемых на объектах теплосетей, комплексное решение задач технического и коммерческого учёта воды, газа, электроэнергии и теплоносителя.
7. Разработанные типовые технические решения для различных объектов теплосетей.

Данные преимущества обусловлены рядом особенностей базового программного обеспечения (**модульная SCADA-система КРУГ-2000®**) и применяемых в ПТК **промышленных контроллеров DevLink®-С1000**. Возможности SCADA КРУГ-2000 по созданию систем

с распределённой базой данных хорошо подходят для построения многоуровневых систем диспетчеризации, где могут присутствовать несколько уровней сбора и хранения информации в виде центрального диспетчерского пункта и диспетчерских филиалов.

В арсенале SCADA КРУГ-2000 присутствуют большинство общепринятых протоколов, позволяющих обмениваться информацией со сторонними системами и контроллерами сторонних производителей. Это делает её универсальным средством интеграции уже существующего на объектах теплосетей оборудования в единую систему. Например, описываемые программно-технические средства обеспечивают интеграцию с подсистемами **видео-наблюдения, охранной и пожарной сигнализации** в единый комплекс.

Тем не менее наибольший эффект достигается при использовании на объектах управления (ЦТП, котельные, насосные и т.д.) промышленных контроллеров DevLink-C1000. В этом случае для обмена информацией между SCADA-системой и контроллерами используется специализированный протокол обмена, позволяющий работать на медленных и ненадёжных каналах связи. Данный протокол поддерживает не только работу в условиях неустойчивой связи, но и осуществляет восстановление архивной информации на серверах БД системы при обрывах связи с контроллерами DevLink-C1000 путём считывания архивов, хранящихся на контроллерах. Таким образом, после восстановления связи диспетчер обладает полной информацией о событиях, произошедших на объекте во время её отсутствия. Специальные программные модули обеспечивают работу как со статическими, так и с динамическими IP-адресами с поддержкой шифрования трафика. Программный Firewall защищает DevLink-C1000 от проникновения в них вредоносных программ, что важно при работе в открытых сетях Internet. Наличие в составе контроллеров модуля GSM с двумя SIM-картами позволяет организовать резервирование каналов связи с контроллерами в различных сочетаниях (GSM/GSM, GSM/Ethernet, Ethernet/HDSL и т.д.) без дополнительного оборудования связи в шкафу автоматизации.

Специальные модификации DevLink-C1000 имеют в своём составе до 4-х интерфейсных каналов RS-485, что в совокупности с **обширной библиотекой драйверов** для различных устройств (электросчётчики, теплосчётчики,

газовые счётчики и т.д.) делают их центрами интеграции оборудования, имеющегося на объекте теплосети. Модули ввода-вывода **DevLink-A10** позволяют осуществлять мониторинг и управление с использованием практически всего набора существующих унифицированных сигналов.

Несмотря на то, что контроллеры DevLink-C1000 – **бюджетное** решение, разработанное специально для задач диспетчеризации, их программное обеспечение аналогично ПО, применяемому в составе ПТК КРУГ-2000 для автоматизации самых сложных и опасных производств нефтяной и энергетической отраслей. Соответственно, оно обладает полным набором инструментов для создания самых сложных алгоритмов управления. Контроллеры DevLink-C1000 позволяют организовывать различные схемы резервирования, повышающие их **надёжность**, и побывали в самых сложных условиях эксплуатации.

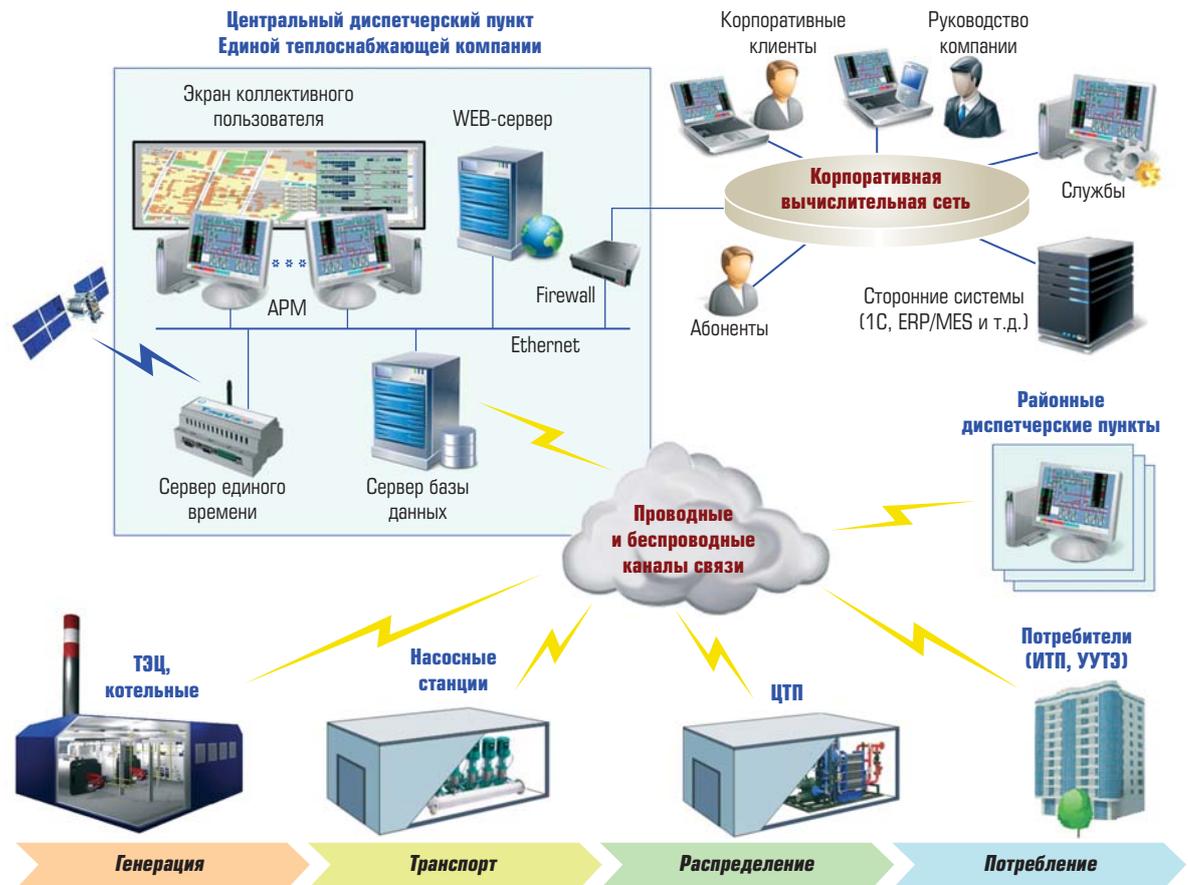
Не стоит забывать о наличии единой среды программирования SCADA КРУГ-2000 и контроллеров DevLink-C1000, а также единой, однократно набираемой и непротиворечивой БД системы, что значительно **облегчает** процессы инжиниринга, наладки и эксплуатации системы.

### ОРГАНИЗАЦИЯ РАБОТ ПРИ СОЗДАНИИ СИСТЕМ ДИСПЕТЧЕРИЗАЦИИ

Системы диспетчеризации тепловых сетей (рис. 2) – это, как правило, комплексные проекты, осуществляемые поэтапно по мере выделения финансирования, включающие:

- разработку укрупнённого технического задания;
- предпроектное обследование системы;
- выделение типовых объектов автоматизации и создание типовых проектов;
- проектирование системы с привязкой типовых проектов к реальным объектам автоматизации;
- создание центрального диспетчерского пункта с подключением к нему локальных АСУ ТП объектов 1-й очереди;
- поэтапное подключение к системе объектов 2-й, 3-й и последующих очередей (тирражирование).

Модульность и масштабируемость ПТК КРУГ-2000 в полной мере обеспечивают реализацию такого подхода при создании системы. Заказчик имеет возможность докупать



▲ Рис. 2. Структурная схема АСДУ теплоснабжающей компании

программные модули и наращивать информационную мощность по мере расширения системы.

Опыт внедрения ПТК КРУГ-2000 на теплосетях таких предприятий, как СаранскТеплоТранс, Т Плюс теплосеть Пенза, Сызранская ТЭЦ, Покровск-Тепло (Саратовская обл.), Ульяновские тепловые сети и т.д. позволил создать ряд **типовых решений**. Среди них – типовые решения по автоматизации различных индивидуальных тепловых пунктов (ИТП), ЦТП насосных станций, котельных, типовые решения по созданию диспетчерских пунктов и систем учёта энергоресурсов. Применение типовых решений даёт ряд преимуществ, таких как уменьшение времени и стоимости проектирования, снижение затрат на инжиниринго-

вые, пусконаладочные работы и техническое обслуживание, широкие возможности по расширению и масштабированию системы. Как следствие – использование разработанных НПФ “КРУГ” типовых решений приводит к снижению **совокупной стоимости владения** системы автоматизации в целом и сокращению сроков окупаемости системы.

Таким образом, ПТК КРУГ-2000 имеет весь набор необходимых инструментов для реализации проектов по автоматизации тепловых сетей, является наиболее действенным средством для повышения эффективности теплоснабжения и позволяет поэтапно проводить политику модернизации теплоэнергетического хозяйства с сохранением инвестиций.

*Прошин Александр Иванович – канд. техн. наук, технический директор НПФ “КРУГ”,  
Шехтман Михаил Борисович – канд. техн. наук, председатель Совета директоров Группы компаний “КРУГ”,  
Ладугин Денис Витальевич – зам. начальника Департамента АСУ ТП НПФ “КРУГ”.*  
<http://www.krug2000.ru>