

## Комплексный подход к разработке схемы теплоснабжения города на примере г. Мытищи

А.Р. Ексаев, ИВЦ «Поток», О.А. Алаева, НПК «Вектор», г. Москва

**А**нализ существующих проблем в теплоснабжении городов показал, что большинство из них возникает из-за стихийности развития систем теплоснабжения. Одним из решений задачи повышения эффективности управления системой теплоснабжения города является разработка схемы теплоснабжения города на базе информационно-аналитических систем.

Компьютерное моделирование процессов в системе теплоснабжения города позволяет с максимальной точностью оценивать параметры ее текущего функционирования, рассчитывать надежность, рассматривать различные варианты ее перспективного развития, а также в короткие сроки определять оптимальные варианты теплоснабжения потребителей при аварийных ситуациях.

Главной проблемой при разработке схемы теплоснабжения города является получение актуализированных данных по фактическому состоянию системы теплоснабжения. Поэтому впервые мы решили в рамках разработки схемы теплоснабжения объединить несколько проектов: энергоаудит системы теплоснабжения, создание информационно-аналитической модели системы теплоснабжения и разработка схемы теплоснабжения города. Объектом для реализации данного проекта было выбрано МУП «Теплосеть» г. Мытищи, как одно из передовых теплоснабжающих предприятий России. В проекте участвовало несколько фирм-партнеров. Инициатором и генеральным подрядчиком выступил НПК «Вектор», поставщиком информационных технологий и IT-консультантом на условиях субподряда выступала компания ИВЦ «Поток».

Цель настоящей статьи – дать подробное и наглядное представление обо всех преимуществах проведения комплекса работ на примере описания пошаговой реализации данного проекта.

### Общая характеристика объекта

Численность населения города – более 165 тыс. чел., площадь территории – около 49 кв. км. Теплоснабжение осуществляют 32 муниципальных котельные установленной мощностью 544 Гкал/ч, а также 3 ведомственных теплоисточника и ТЭЦ-27 «Северная» ОАО «Мосэнерго», у которых городом закупается около 35 Гкал/ч. Количество ЦТП – 77, ИТП – 181, потребителей тепловой энергии – примерно 2,5 тыс., подключенная нагрузка 443 Гкал/ч. Протяженность тепло-трасс – 180 км (в двухтрубном представлении).

### Цели и задачи проекта, средства реализации

Как видно из приведенных данных, в силу ряда причин даже при существующем избытке собственной установленной тепловой мощности порядка 100 Гкал/ч, город вынужден закупать от «сторонних» источников тепло, количественно сравнимое с имеющимся собственным резервом. Была поставлена задача проведения энергоаудита теплового хозяйства с целью выработки комплекса мероприятий, направленных на оптимизацию всей системы теплоснабжения с учетом перспективного плана развития территории, которая позволила бы до минимума снизить издержки по выработке и транспортировке тепла от собственных источников и эффективно использовать имеющиеся резервы.

Первая же задача, которую должен был решить генподрядчик – энергоаудит системы централизованного теплоснабжения, – очень быстро привела к выводу о необходимости использования специализированного инструментария, с помощью которого всю собираемую информацию можно было бы систематизировать. Размещение данных паспортизации и диагностики в грамотно построенной базе данных позволило бы в дальнейшем эту информацию использовать для проведения расчетов и компьютерного моделирования. Для этих целей, как наиболее адекватное решение, была использована Информационно-графическая система «CityCom» (разработка ИВЦ «Поток»). Анализ ее возможностей показал, что уже на стадии выполнения энергоаудита «попутно» создается полноценная и расширяемая информационно-технологическая модель системы теплоснабжения, которую целесообразно передать в дальнейшую постоянную эксплуатацию непосредственно в службы теплоснабжающего предприятия.

### Создание комплексной информационной системы

Характеристика доступных исходных информационных материалов на момент начала реализации информационного проекта такова:

- бумажные копии планшетов М1:2000 «среднего» качества, по состоянию на 1985 г., примерно на 70% покрытия городской территории;
- исполнительная и проектная документация на тепловые сети (в основном 80-х гг.) – 30% от общего объема;

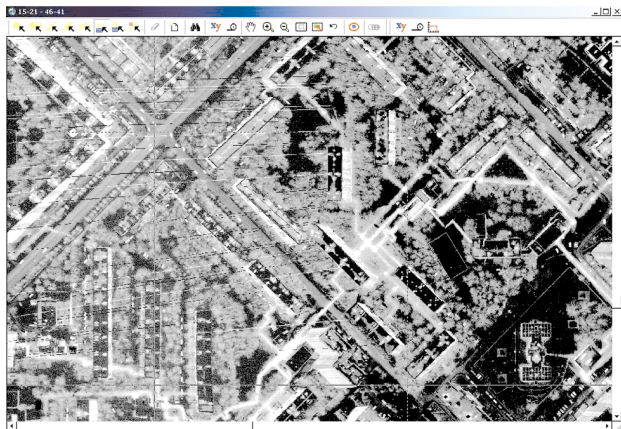


Рис. 1. Фрагмент тепловизорной съемки.

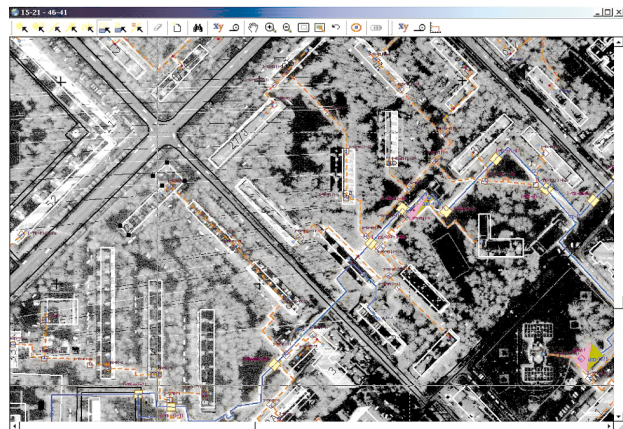


Рис. 2. Оцифровка и уточнение расположения зданий и трасс трубопроводов.

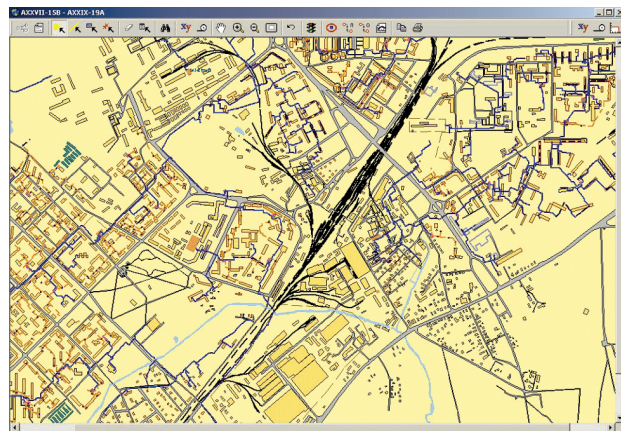


Рис. 3. Масштабный цифровой план города с моделью тепловых сетей, полученный в результате оцифровки бумажной информации и тепловизорной съемки.

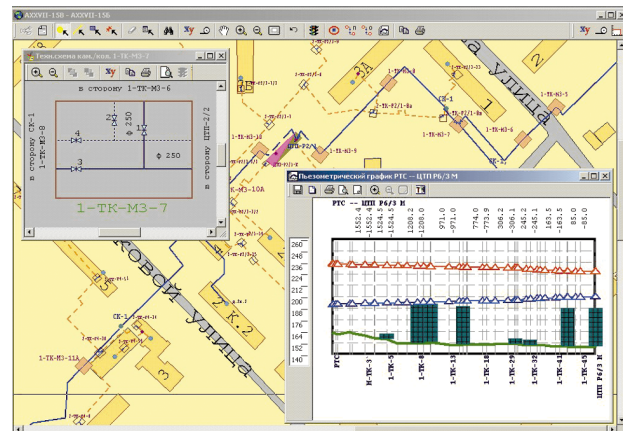


Рис. 4. ИГС «ТеплоГраф»: Действующая информационно-расчетная модель системы теплоснабжения.

- перечень потребителей с их договорными нагрузками по данным абонентской службы теплоснабжающего предприятия;
- устаревшие, но частично актуальные данные по схемам магистральных тепловых сетей;
- практическое отсутствие «бумажной» информации: о схемах тепловых камер, действующей запорно-регулирующей арматуре, схемах прокладки и технологических параметрах квартальной разводки сетей теплоснабжения и ГВС.

### Создание графического представления городской территории и системы теплоснабжения

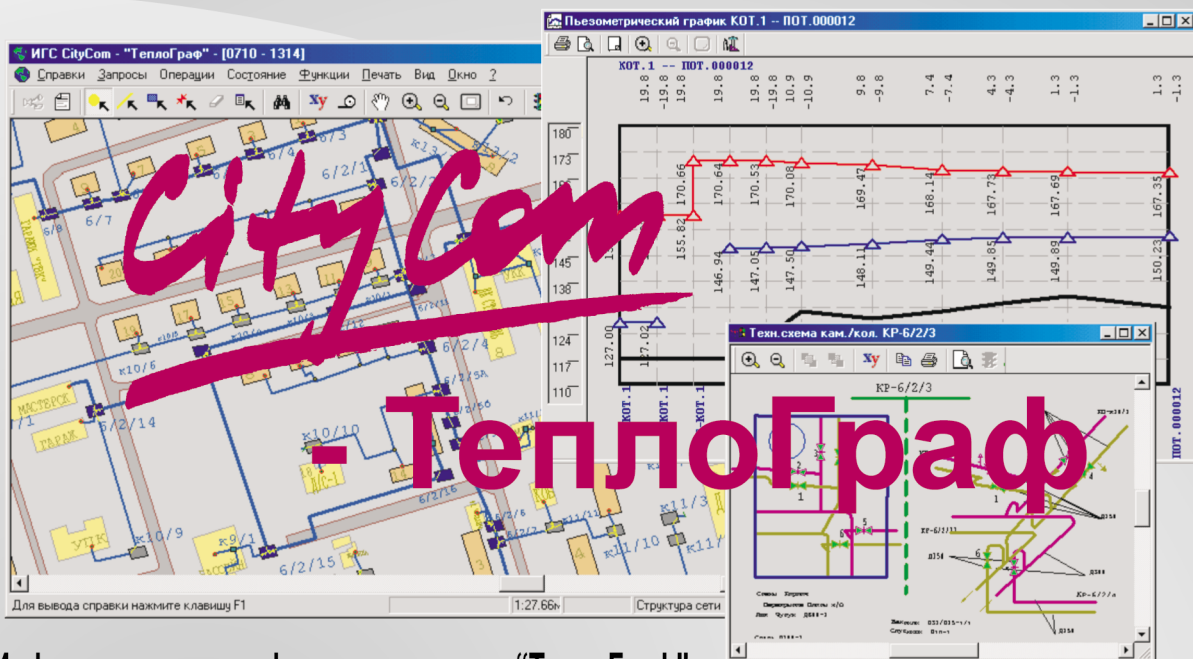
Первая проблема, с которой пришлось столкнуться при построении информационной базы данных, – создание актуального электронного плана города с адресным реестром, а также уточнение и привязка к топооснове схем прокладки трасс трубопроводов, включая сети квартальной разводки.

За исходную основу были взяты имеющиеся копии устаревших планшетов М1:2000. Бумажный материал сканировался по частям обычным сканером формата А4. Полученные растровые фрагменты привязывались по «крестам» к пря-

моугольной сетке квадратов на общей схеме покрытия, после чего векторизовались средствами ИГС «CityCom» с одновременной идентификацией объектов городской застройки и их адресной привязкой. По этой технологии был воссоздан электронный план, покрывающий около 70% городской территории, близкий к истине по состоянию на 1985 г. Расхождения с «сегодняшней реальностью» оказались довольно существенными, однако, как первое приближение, материал был пригоден для дальнейшей работы по его уточнению и актуализации, проблема сводилась к наличию корректирующих графических материалов.

Удачный выход из положения был найден как «побочный эффект». Для диагностической оценки качественного состояния изоляции и локализации теплопотерь проект энергоаудита предусматривал проведение тепловизорной аэрофотосъемки городской территории (фотосъемка в инфракрасном спектре, на которой объекты «светятся» различной интенсивностью в зависимости от их температуры). Идея состояла в том, чтобы «попутно» с диагностикой решить еще две задачи: во-первых, получить хотя бы примерное расположение теплотрасс квартальной развод-

# Информационно-графическая система



## Информационно-графическая система "ТеплоГраф"

разработана для предприятий, эксплуатирующих сети теплоснабжения, и является основой для создания автоматизированных рабочих мест производственно-технических, диспетчерских и режимных служб, а также для решения многих проблем проектирования, моделирования и наладки тепловых сетей.

**ИГС "ТеплоГраф"** позволяет создать корпоративную базу данных эксплуатирующего предприятия, содержащую полное информационное описание системы теплоснабжения, основанное на графическом представлении тепловых сетей и технологических объектов на плане города. Многопользовательское программное обеспечение **ИГС "ТеплоГраф"** позволяет в единой информационной среде решать множество расчетно-аналитических и эксплуатационных задач:

- паспортизация сетей и их объектов, паспортизация оборудования, создание и визуализация схем и иных графических описаний объектов;
- генерация аналитических отчетов, в том числе в виде графических запросов, раскрасок и выборок;
- многовариантные гидравлические и наладочные расчеты тепловых сетей, моделирование переключений;
- расчеты тепловых потерь и температурных графиков;
- анализ и оптимизация режимов работы насосных станций;
- ведение архивов, анализ и графическое отображение повреждений (дефектов);
- автоматизированное ведение оперативных журналов в диспетчерских службах;
- формирование графиков ППР и профилактических работ;
- ряд других задач прикладного технологического характера.



**ИВЦ "Поток"**

**Т/ф: +7(095) 151-0654**  
**Internet: [www.citycom.ru](http://www.citycom.ru)**  
**e-mail: [info@citycom.ru](mailto:info@citycom.ru)**

**Украина: +38(057)330-3209; [www.citycom.kharkov.ua](http://www.citycom.kharkov.ua)**

**США: +1(650)303-9050**  
**Канада: +1(647)294-0291**  
**Германия: +49(174)700-1349**

ки, по которым не имелось практически никакой документации, а во-вторых – уточнить сам план городской застройки (поскольку большинство сооружений так или иначе отапливаются, на инфракрасной съемке они видны вполне отчетливо, и их контуры можно восстановить с точностью до 1-2 м). С этой целью подрядчику, выполняющему тепловизорную аэрофотосъемку, были предварительно переданы экспортированные из «CityCom» векторные графические слои, содержащие наиболее характерные и не изменившиеся во времени объекты местности, а также привязочную сетку квадратов. Это дало возможность при обработке массива фотоизображений привязать их максимально точно, используя характерные объекты, имеющиеся как на исходных «старых» планшетах, так и на тепловизорной съемке, и нанести на фотофрагменты кресты координатной сетки. Полученные таким образом фотоизображения в дальнейшем «подкладывались» на экране компьютера под созданную ранее векторную топооснову, которая вручную корректировалась (см. рис. 1-3). В результате относительно простыми средствами, недорого и за короткий срок был создан достаточно точный и актуальный цифровой план местности.

#### Создание информационно-технологической модели системы теплоснабжения

Прорисовка на плане города тепловых сетей и их объектов сопровождалась одновременной паспортизацией и фиксацией в базе данных результатов инженерной диагностики. Обследование, диагностика и получение паспортных характеристик проводились силами выездных бригад по мере ввода и описания фрагментов сетей в информационно-графической системе. Этими же бригадами составлялись, а операторами заносились в базу данных внутренние схемы коммутации трубопроводов в тепловых камерах и описания запорной арматуры. Параллельно, по данным теплоснабжающего предприятия и характеристикам тепловых узлов абонентов уточнялись характеристики тепловых нагрузок потребителей, и эти данные также заносились в информационную систему. Наполнение базы данных осуществлялось строго по технологии, предусмотренной в ИГС «CityCom» для математического моделирования тепловых сетей. Таким образом, к моменту завершения паспортизации каждого законченного фрагмента тепловых сетей (от локального источника до конечных абонентских вводов) фактически создавалась его математическая модель для гидравлических расчетов. Последний штрих в создании такой модели – ее калибровка, т.е. приведение результатов расчета в соответствие с данными замеров давлений в контрольных точках при определенных условиях.

#### Решение расчетно-технологических задач

Созданная компьютерная модель системы теплоснабжения с базой данных паспортизации, уточненной по результатам инженерной диагностики, позволила достичь ряда целей, поставленных в рамках энергоаудита и разработки перспективной схемы теплоснабжения, а именно:

- При существующей схеме подключения абонентов рассчитать конструктивные параметры наладочных устройств абонентов таким образом, чтобы сбалансировать гидравлические режимы от источников до самых удаленных потребителей, тем самым обеспечив более экономный и энергоэффективный режим загрузки источников и ЦТП. Реализация этих мероприятий позволяет снизить удельные затраты на отпуск тепла и полноценно обеспечить тепловой энергией самых «дальних» потребителей без увеличения производительности источников.

- На основе данных рассчитанного теплового баланса выработать рекомендации по перераспределению избыточной тепловой мощности от ряда источников на теплоснабжение кварталов, испытывающих дефицит отпускаемого тепла. Возможности многовариантного моделирования гидравлических режимов в ИГС «CityCom» позволили подобрать наилучшие по качеству и стоимости реализации решения при разработке перспективной схемы теплоснабжения города.

- Закладываемые в базу данных сведения о качестве и состоянии тепловой изоляции, полученные в результате диагностики, в сочетании с гидравлическим моделированием позволили оценить суммарные и приведенные тепловые потери для каждого расчетного режима отпуска и потребления тепла. Кроме того, расчет теплопотерь по всем участкам сетей в корреляции с данными тепловизорной съемки позволяет выявить участки, критичные с точки зрения тепловых потерь, для реализации мероприятий по их замене или реконструкции.

При передаче созданной модели системы теплоснабжения в службы эксплуатирующего предприятия последние получили мощный инструмент для решения текущих общепроизводственных и диспетчерских задач.

В частности, при оперативном диспетчерском управлении качество принимаемых решений и более высокая степень «аварийной устойчивости» достигается за счет того, что любую комбинацию действий (включение-выключение насосных агрегатов, плановые и аварийные переключения в камерах, режимные мероприятия и т.п.) можно «проиграть» на компьютерной модели до их реального исполнения. Это дает возможность оценить последствия предполагаемых действий и минимизировать риск ошибок, способных привести к аварии.

Выдача технических условий на подключение новых потребителей или изменение договорных нагрузок может быть предварена проверкой реализуемости заявленных требований на математической модели существующей сети.

Существенно упрощается процесс оперативного получения информационных выборок, справок, отчетов по системе теплоснабжения в целом и по отдельным ее элементам. ИГС «CityCom» снабжена мощными средствами поиска, визуализации и анализа данных.

С информацией, содержащейся в системе, можно одновременно работать на произвольном количестве рабочих мест в локальной компьютерной сети предприятия. При этом любые текущие изменения в «контрольной» базе дан-

ных, выполненные в соответствии с регламентом актуализации, сразу становятся доступными для всех заинтересованных служб.

#### Вместо заключения

Описанный выше информационный проект реализован практически «с нуля» менее чем за два года. Общая численность персонала подрядчика и субподрядных организаций, так или иначе задействованных в выполнении работ, не превышает трех десятков, из них более половины – лишь эпизодически, на отдельных этапах. Добавим, что описанные здесь технологии доступны подавляющему числу предприятий, эксплуатирующих инженерные сети, надо только захотеть.

## Выбор шаровых кранов для эксплуатации в системах теплоснабжения

*А.В. Перехода, зам. генерального директора, ООО «БРОЕН АДЛ», г. Коломна  
(доклад на научно-практической конференции «Тепловые сети. Современные решения», 17-19 мая 2005 г.)*

### Введение

На российском рынке существует большое разнообразие запорных элементов, среди них: вентили, задвижки различных конструкций, поворотные заслонки и др., но все большее число заказчиков при выборе запорного элемента отдает предпочтение шаровому крану (ШК). Это связано с определенными преимуществами ШК перед вентилями, задвижками и т.д., они следующие:

- ШК обладают наивысшим классом герметичности «А», в то время как большинство других типов арматуры имеют классы «В» и «С»;
- ШК имеют приемлемые массо-габаритные характеристики, эти характеристики больше чем у поворотных заслонок, но меньше чем у клиновых задвижек, и сравнимы по массе и габаритам с седельчатыми вентилями;
- малое гидравлическое сопротивление потоку ШК, обусловленное тем, что проходное сечение крана представляет из себя просто участок трубы (для редуцированного крана проходное сечение вначале немного сужается, а затем увеличивается), в то время как, например, седельчатый вентиль оказывает значительное сопротивление потоку;
- ШК обладают длительным сроком службы (до 25 лет);
- ШК ведущих производителей не требуют технического обслуживания на весь срок эксплуатации, в то время как у многих конструкций вентиляей и клиновых задвижек нужно периодически менять/подтягивать сальник;
- ШК обладают конкурентоспособной ценой (как правило, при диаметрах до Ду 200 их стоимость незначительно превышает стоимость, распространенных в теплоснабжении, клиновых задвижек, и лишь, при диаметре Ду 250 и выше разница в цене между ними становится существенной). При данном сравнении необходимо учитывать то, что затраты на ШК фактически состоят только из его стоимости, а затраты клиновых задвижек, помимо стоимости, также включают в себя расходы на обслуживание;
- ШК удобны в эксплуатации, т.к. от состояния «полностью открыто» до «полностью закрыто» нужно повернуть рукоятку только на 90°, в то время как у вентиляей, задвижек и др. управление многооборотное, т.е. их нужно долго и упорно крутить, чтобы полностью закрыть.

Проблема выбора ШК для систем теплоснабжения является актуальной задачей. Присутствующие на рынке краны могут сильно отличаться по цене, материалам и характеристикам, однако, применительно к системам теплоснабжения, можно выделить определенный ряд ШК, который