

# Масштабная автоматизированная система учета тепловой энергии

с использованием технологии передачи данных по GSM/GPRS-каналу

**Энергосбережение — относительно новая отрасль российской экономики. Ее появление обусловлено необходимостью рационального использования ресурсов, таких как тепло, вода, электроэнергия, газ. Статья посвящена применению GPRS-терминалов для организации системы автоматизированного учета тепловой энергии и других ресурсов.**

**Роман Белоусов**  
belousov@ntckumir.ru

**Иван Бузиков**  
felinoid@mail.ru

**Евгений Фискин, к.т.н.**  
fiskin@ntckumir.ru

**Маргарита Фискина, к.т.н.**  
fmm1@rambler.ru

Энергосбережение и энергоучет — процессы, конечной целью которых является снижение расхода топливно-энергетических ресурсов на всех этапах: от производства до утилизации. В настоящее время технологии, позволяющие осуществлять эти процессы, активно совершенствуются. Их развитие условно можно разделить на три этапа:

1. Повсеместная установка приборов учета ресурсов и перевод взаиморасчетов между продавцами и потребителями с нормативных величин на фактические.
2. Внедрение энергосберегающих мероприятий, оптимизация и регулирование потребления ресурсов, минимизация потерь и утечек. Установка регулирующей автоматики.
3. Диспетчеризация энергосистем с целью оперативного реагирования на аварии и нештатные ситуации.

В течение последних лет наиболее активно развивалась сфера автоматизированного учета ресурсов. В первую очередь произошел переход от «классических» методов ручного сбора информации с помощью ноутбука к «удаленному» доступу с помощью современных каналов связи.

Однако в настоящее время простой сбор информации уже не соответствует возросшим потребностям участников рынка энергоресурсов, которые хотят достичь оптимального соотношения цена/качество. Для улучшения этого соотношения необходим дальнейший переход от автоматизированного сбора данных с приборов учета к автоматизированному управлению системами предоставления энергоресурсов и диспетчеризации энергосистем.

Такой подход в сфере учета тепловой энергии реализует информационно-измерительная система «КУМИР-ТеплоКом», разработанная научно-техническим центром «КУМИР» ([www.ntckumir.ru](http://www.ntckumir.ru)).

Архитектура системы показана на рисунке. Первоначально она создавалась как общегородская ИИС для г. Иркутска с соответствующими требованиями к производительности и надежности, затем появилась возможность обслуживать теплосчетчики на всей территории России.

Система для теплосчета в базовом варианте обеспечивает выполнение следующих функций:

- автоматическое считывание с тепловычислителей параметров теплопотребления (текущих, часовых, суточных, итоговых) и сохранение их в базе данных;
- формирование отчетов о теплопотреблении объектов для сдачи в теплоснабжающую организацию;
- автоматический мониторинг состояния теплосчетчиков и параметров системы

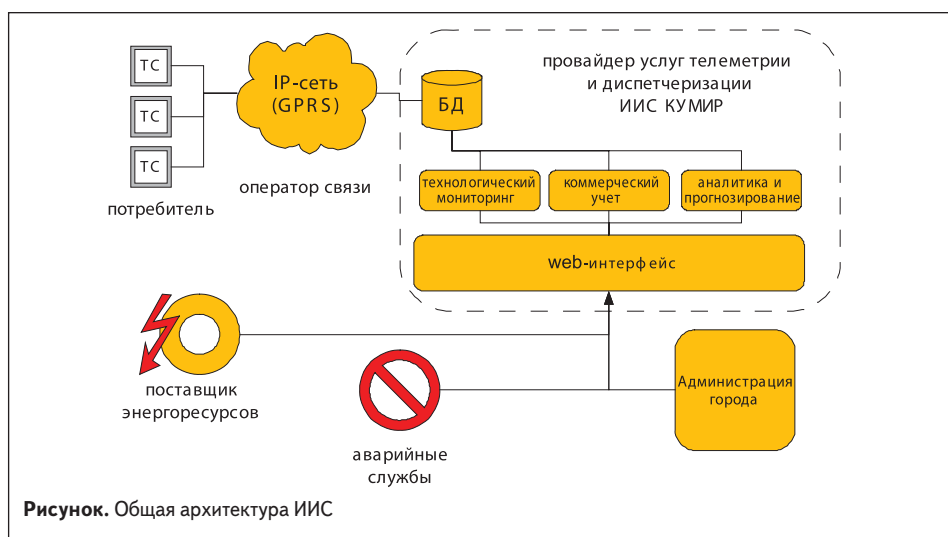


Рисунок. Общая архитектура ИИС

теплопотребления, запись нештатных ситуаций в базу данных;

- отображение результатов мониторинга посредством WEB-интерфейса, обеспечивающего унификацию пользовательского интерфейса клиентской части ИИС.

За основу при общем проектировании информационно-измерительной системы принята традиционная схема построения автоматизированной телеметрической сети, в которой можно выделить следующие уровни:

- уровень потребителя;
- уровень среды передачи данных;
- уровень учета и управления;
- уровень поставщика ресурсов.

### Уровень потребителя (уровень приборов учета)

В настоящее время разработчики информационно-измерительных систем учета тепловой энергии в России, как правило, проектируют систему под какой-либо один тип теплосчетчиков, который обычно производится самим разработчиком ИИС, что предполагает автоматический выбор приборов учета от того же производителя. Это не всегда приемлемо, так как установка приборов учета по городам в основном производилась разными организациями и в разное время, соответственно, мы имеем в отдельно взятом городе целый парк оборудования, несовместимого между собой. При проектировании систем учета тепловой энергии, работающих в составе больших общегородских биллинговых систем, необходимо рассчитывать на то, что биллинговые системы принимают информацию об учете независимо от того, какое оборудование и программное обеспечение используется для получения этих данных. Таким образом, система учета должна либо выполнять приведение всех форматов первичных приборов учета к какому-то одному универсальному, либо работать с одним типом приборов, либо ориентироваться на какого-либо производителя оборудования, что обеспечивает преемственность протоколов. В системе «КУМИР-ТеплоКом» реализована возможность использования теплосчетчиков различных производителей как за счет автоматического преобразования протоколов, предоставляемых счетчиками в единый универсальный протокол, используемый на сервере системы, так и за счет объединения в единую сеть счетчиков с различными видами интерфейсов (RS232, RS485).

### Уровень среды передачи данных

В качестве базовой среды передачи данных используются широкодоступные IP-сети операторов связи и пространство Internet. При постоянном расширении зоны покрытия провайдеров IP-сетей пользование их услугами позволяет в каждом конкретном случае выбрать наиболее подходящий способ передачи данных (по технико-экономическим параметрам оптимальным выбором при автоматизации сетей учета ресурсов является использование GPRS-сетей операторов сотовой связи). На этом уровне реализован двусторонний обмен с каждым индивидуальным прибором учета с помощью

построения телеметрической сети с оригинальной топологией, позволяющей работать с операторами связи, использующими для обеспечения доступа клиентов в IP-сеть NAT-маршрутизаторы и динамические IP-адреса. Большинство шлюзов сотовых операторов не поддерживает uPNP — протокол управления NAT, позволяющий удаленно организовать на шлюзе проброс входящих пакетов. Адреса в сетях GPRS назначаются автоматически через DHCP-сервер оператора, таким образом, адрес терминала в сети IP заранее неизвестен. Назначение статических адресов не всегда возможно по техническим и финансовым причинам. Для решения этих проблем служат три метода.

- Метод UDP-сигнализации. Терминал периодически посылает UDP-пакеты на сервер, в каждом пакете содержится локальный IP-адрес терминала и его уникальный номер (например, IMEI). На основе этих пакетов сервер поддерживает актуальность базы данных IP-адресов, и при необходимости установки связи уникальный номер модема конвертируется в IP-адрес. Метод позволяет установить связь с терминалом в случае, когда терминал использует «реальный» динамический адрес. Эта услуга у сотовых операторов иногда встречается и называется «Real IP». Совершенно очевидно, что производительность подсистемы связи в этом случае идентична подходу со статическими IP-адресами. Однако при подключении терминалов к сети через NAT или Firewall метод UDP-сигнализации уже не подходит: будут определяться адреса NAT-шлюза, а не фактические адреса терминалов.
- Метод обратного вызова по UDP. Запрос на установку связи передается сразу же после получения очередного сигнального UDP-пакета от соответствующего терминала, при этом адрес и порт читаются из контекста UDP-пакета и являются, по сути, «координатами» канала, временно открытого через NAT и Firewall для приема ответов по протоколу UDP. Продолжительность открытия такого канала, как правило, составляет 60 с. Соответственно, UDP-пакеты для синхронизации должны приходить чаще, чем раз в 60 с.
- Метод обратного вызова через «терминал-посредник» — служебный терминал, находящийся в той же IP-сети, что и целевые терминалы. Таким образом, пакеты сигнализации будут приходить на терминалы напрямую через «терминал-посредник», минуя NAT и Firewall.

Именно реализация двустороннего обмена данными в телеметрической сети позволяет реализовать полноценный мониторинг, а в перспективе и управление потреблением энергоресурсов. Использование существующих операторских сетей обеспечивает простоту и гибкость подключения узлов учета к системе, делая ее легко масштабируемой.

### Уровень учета и управления

Этот уровень до самого недавнего времени ограничивался только сбором показаний, однако в системе заложены все возможности для реализации не просто сети автоматизированного считывания показаний со счетчиков, а системы телеметрической

управления распределением энергоресурсов. В отличие от традиционных схем построения телеметрических сетей архитектура нашей ИИС позволяет обеспечивать автоматизацию учета тепловой энергии в режиме, приближенном к режиму реального времени. Это позволяет свести к минимуму потери из-за аварий, происходящих на объектах учета, а также потери, возникающие при востребовании оплаты. Этот вид потерь обусловлен оплатой позже установленной даты, когда за ошибки в функционировании теплового оборудования приходится платить потребителю. Непрерывный оперативный контроль теплопотребления позволяет организовать диспетчерское управление режимами теплоснабжения потребителей. Необходимым условием для этого во многих случаях является соответствующая модернизация инфраструктуры объектов теплоучета: установка исполнительных устройств, регулирующих теплопотребление, объединенных в одну сеть со счетчиками.

### Уровень поставщика энергоресурсов

До сих пор мы рассматривали учет только с точки зрения потребителя, однако доступ к системе со стороны поставщика также может способствовать решению задачи энергосбережения. Например, на основе оперативной информации от ИИС поставщик может принимать решения об изменении своих режимов работы в соответствии с состоянием всей системы «поставщик-потребитель» и потребностями клиента. Один из немаловажных параметров, который возможно отслеживать и минимизировать с применением ИИС, — это так называемые «трассовые потери» (потери тепла на пути от поставщика к потребителю). Ведь самой большой трудностью в выявлении и минимизации тепловых потерь считается отсутствие на объектах теплопотребления систем оперативного учета количества потребляемого тепла. Кроме того, имея полную и достоверную информацию о работе узлов всех потребителей, поставщик получает возможность разрабатывать и тестировать различные модели прогнозирования потребления тепловой энергии, а с помощью полученных данных планировать и оптимизировать свой бюджет.

Таким образом, система «КУМИР-ТеплоКом» предоставляет объем потребления энергоресурсов как поставщику, так и потребителю, и каждый из них может извлекать из этой информации выгоду для себя, ведь зачастую именно отсутствие статистики о потреблении тепла объектом обуславливает вытекающее отсюда недопонимание значимости принятия на нем энергосберегающих мероприятий. Помимо удобства для пользователей, применение WEB-интерфейса в качестве средства доступа обеспечивает ряд преимуществ в сфере обслуживания ИИС по сравнению с другими технологиями:

- Его администрирование и управление централизовано, что уменьшает затраты на эксплуатацию системы.
- Не требуется передавать большие объемы данных между уровнями и разрабатывать протоколы взаимодействия.
- Легко решается вопрос обновления системы и расширения ее функциональности.

- Повышается надежность за счет централизованного резервирования системы, и нет необходимости проделывать все это для каждого уровня в отдельности.

Суммируя описанные особенности построения системы «КУМИР-ТеплоКом» и ее отдельных элементов, можно говорить о том, что при оптимальном соотношении сложности и стоимости проектирования, развертывания и обслуживания системы к набору получаемых функций и производительности удалось реализовать в едином комплексе следующие возможности:

1. Сбор и обработка данных от приборов учета различных производителей, моделей и модификаций.
2. Обеспечение масштабируемости для создания территориально-распределенной системы учета. На территории города Иркутска уже более двух лет успешно функционирует сеть из 1500 узлов учета тепла (загрузка сервера порядка 10%, есть возможность расширения сети вплоть до 15 000 узлов).

Система учета с помощью тепловычислителей (более 12 типов, включая приборы «Взлет» ТСП-010(М), «Взлет» ТСПВ-020/021/022/023, СПТ-941/942/943, КМ-5, ТЭМ-104) была сертифицирована в августе 2008 года.

Помимо этого, ведутся работы по интеграции в систему средств учета электроэнергии (счетчики СЭТ-4ТМ) и газоснабжения (ООО «ЗапСибТехнологии», г. Тюмень). В настоящее время успешно введен в эксплуатацию сервер, способный обслуживать порядка 40 000 узлов учета, подключенных к ИИС и расположенных в любом городе России в зоне покрытия федерального оператора сотовой связи «Мегафон».

3. Использование сторонних (арендуемых) IP-сетей и, соответственно, ориентация средств передачи данных на IP-протокол.
4. Выполнение требований по низкой стоимости оконечного оборудования. В качестве доступного и универсального средства подключения к сетям передачи данных по результатам ряда проведенных исследований выбраны модемы Enfora GSM1308. Помимо способности этих устройств работать в тяжелых климатических условиях (подвалы, чердаки), в этих модемах реализован ряд оригинальных решений, предназначенных для поддержки M2M-приложений (одним из которых является дистанционный мониторинг состояния модема через UDPAPI). Базовое программное обеспечение модемов позволяет легко адаптировать их к использованию со стандартными пользовательскими приложениями и решать большинство задач посредством расширенного набора AT-команд. За счет использования встроенного обработчика пакетов (packet assembler/disassembler) существует возможность конвертировать, упаковывать и передавать данные с обычного последовательного интерфейса без специального протокола, необходимого внешнему устройству. Таким образом, применение модемов Enfora в качестве оконечных устройств подсистемы передачи данных в IP-сетях позволяет внедрить диспетчеризацию учета даже для небольших жилищных компаний и ТСЖ.
5. Доступность решения для массового использования широкому кругу потребителей за счет применения WEB-доступа к системе.

Учитывая успешную реализацию этих возможностей, система телеметрического контроля и управления распределением энергоресурсов как нельзя более полно отвечает требованиям современного рынка коммунальных услуг. Внедрение такой системы обеспечивает качественное улучшение уровня оказания услуг по теплоснабжению в связи с выделением провайдера услуг диспетчеризации и учета как отдельного субъекта бизнес-процессов, который берет на себя функции по организации взаимодействия поставщика и потребителя. ■

## Литература

1. Белоусов Р. А., Фискин Е. М., Фискина М. М. Использование GPRS в телеметрических сетях для автоматизации учета тепла // Вестник ИрГТУ. 2007. № 2.
2. Арсеньев Г. А. и др. Тепловое оборудование и тепловые сети. М.: Энергоатомиздат, 1988.
3. Yan Ji, Stellios P. Design for Sustainability. Beijing: China Architecture and Building Press, 2006.
4. Иванов А. А., Соколов Н. А., Терентьев Д. С., Ярлыкова С. М. Конвергенция сетей связи в российских условиях // Технологии и средства связи. 2006. № 5.
5. Thomson J. Goodby AMR, hello AMM // IBM Business Consulting Services, 2005.
6. Enfora GSM1308 Quad-Band SA-G+ User Manual.
7. GSM0000AN011, PAD Configuration and use, Rev. 1.04., Enfora, Inc.
8. GSM0102PB002MAN, Enfora GSM-GPRS Family UDP-API Reference, Rev. 1.00, Enfora Inc.