



1-ый международный конгресс
ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТЬ.
XXI ВЕК.
ИНЖЕНЕРНЫЕ МЕТОДЫ СНИЖЕНИЯ
ЭНЕРГОПОТРЕБЛЕНИЯ ЗДАНИЙ

СБОРНИК МАТЕРИАЛОВ

Санкт-Петербург, 10-12 декабря 2009 года

Ответственность за подбор, достоверность и точность приведенных фактов, экономико-статистических и технических данных, собственных имен и прочих сведений, а также за то, что в материалах не содержится данных, не подлежащих открытой публикации, несут авторы опубликованных материалов и рекламодатели.

Энергоэффективность. XXI век. Материалы 1-ого международного конгресса.—СПб., 2009.—197 с. :ил.

©НП ОППУ «Метрология энергосбережения»
<http://www.metrolog-es.ru>
+7(812)3298935
+7(812)3298936

ОБРАЩЕНИЕ К УЧАСТНИКАМ КОНГРЕССА

Уважаемые коллеги!

Наш конгресс посвящен решению одной из ключевых проблем, стоящих перед нашей страной - повышению энергоэффективности при строительстве и эксплуатации зданий и сооружений различного назначения.

Собрав на нашем мероприятии специалистов различных направлений, мы хотим сделать попытку подойти к решению поставленной задачи комплексно, рассмотрев различные аспекты этой проблемы во взаимосвязи.

Понимая, что реализация любых технических решений потребует соответствующих инвестиций, очень важно выделить приоритетные направления, которые могут дать в современных условиях максимальный эффект.

Прекрасно осознавая, что любой проект нужно рассматривать исходя из технико-экономических показателей, необходимо учитывать экологические и социальные факторы, роль которых будет только возрастать.

Именно взаимоучёт различных аспектов позволит нам всем вместе найти оптимальные решения, которые дадут возможность существенно снизить энергоемкость нашего национального продукта, сократить расходы энергии необходимые для комфортной эксплуатации жилых и общественных зданий.

Уверен, эта проблема будет успешно решена в нашей стране, что позволит обеспечить столь необходимую нам модернизацию всех сфер жизни нашего общества.

Гремитлин А. М.

A black and white photograph of a complex industrial system, likely a gas or steam distribution network. The image shows a dense arrangement of vertical and horizontal pipes, numerous valves, and several circular pressure gauges. The equipment is mounted on a metal frame. The text "КОММЕРЧЕСКИЙ УЧЕТ ЭНЕРГОНОСИТЕЛЕЙ" is superimposed in the center of the image.

КОММЕРЧЕСКИЙ УЧЕТ ЭНЕРГОНОСИТЕЛЕЙ

ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНАЯ ЭКОНОМИКА В РОССИИ. НЕОБХОДИМЫЕ ГОСУДАРСТВЕННЫЕ РЕШЕНИЯ

Кузник И. В.

Энергосбережение имеет смысл исключительно в привязке к его экономической целесообразности. По аналогии – не досоленный и пересоленный борщ одинаково невкусны, нужна некая «золотая» середина, которая к тому же зависит от пристрастий конкретного индивида. То же самое следует делать и в энергетике целой страны, проводить нужно те мероприятия по энергосбережению, которые дают максимальный эффект при минимальных затратах, с учетом индивидуальных особенностей страны, как минимум учитывая стоимость денег (ставку рефинансирования) и называть такие мероприятия следует энергоэффективностью.

Проблема нашей страны, выраженная крылатой фразой «Хотели как лучше, а получилось как всегда...» заключается в том, что на реализацию любой государственную программы выделяются деньги, а в условиях сегодняшней коррумпированной экономики, вместо работы по существу делается работа по форме (осваиваются деньги). Заинтересованные лица в освоении бюджетных средств, оказывают влияние на принятие решений, какие средства и на какие мероприятия выделять. В результате, очень часто здоровая идея превращается в проект, который не приносит видимый результат по существу. Хотя большинство необходимых проектов могут быть достигнуты вообще без серьезного финансирования со стороны государства, за счет создания стройных правил стимулирующих те «лица», действия которых совпадают с интересами «проекта» и «наказывая» тех, кто противится реализации «проекта».

В любой большой государственной задаче, каковой является рассматриваемая нами задача повышения энергоэффективности экономики страны, важно понять, что должно сделать государство для создания условий, при которых векторы интересов отдельных юридических лиц и граждан страны совпадут с вектором направленным, в нашем случае, на повышение энергоэффективности страны в целом.

Что должно сделать государство, для чего и почему? На эти вопросы я попытаюсь ответить в этой короткой статье. Этой проблеме посвящены последние 15 лет моей жизни, написана диссертация «Государственные инструменты управления эффективностью централизованного теплоснабжения». Издательством Московского Энергетического Института изданы две книги «Российское теплоснабжение. Учет и эксплуатация. 2006» и «Централизованное теплоснабжение. Проектируем эффективность. 2007». Десятки моих статей и публикаций, посвященных ценообразованию, тарифообразованию, учету энергоресурсов, принципам государственного управления энергоэффективностью страны и финансирования энергосберегающих технологий опубликованы в специализированных журналах, в том числе ВАКовских. Под моим руководством разработаны и приняты национальные стандарты (ГОСТы) РФ: 8.591-2002; 8.592-2002; 8.608-2004; ЕН 1434-2005, разработаны и действуют ряд МВИ (методик выполнения измерений), все эти нормативы работают в области энергосбережения. Мною разработаны ряд региональных и федеральных проектов нормативных актов, в том числе проекты «Правил учета тепловой энергии» и ФЗ «Об энергосбережении». Я являюсь ведущим и председателем оргкомитетов двух специализированных постоянных международных конференций «Коммерческий учет энергоресурсов» – с 1991г., «Поквартирный учет коммунальных ресурсов» - с 2004г. Регулярно читаю лекции на эту тему. Руководжу наукоемкой приборостроительной компанией SAYANY/САЯНЫ (1994г.), являюсь председателем партнерства отечественных производителей приборов учета (2004г). Являюсь членом экспертных советов по энергетике ГДРФ, РСПП, Госстандарта РФ, и АВОК. Имею большой опыт обмена знаниями в этой области со странами: Германия, Дания, Польша, Литва, Латвия, Украина, Казахстан и Белоруссия. Все это позволяет мне утверждать, что я являюсь одним из самых компетентных специалистов в области энергоэффективности, а в части понимания какие государственные решения необходимы для формирования энергоэффективной экономики в России, допускаю, что самым компетентным.

Для примера выдержка из одной моей работы:

Технология транспортирования тепловой энергии имеет свои особенности, так при более сильном охлаждении теплоносителя

в обратном трубопроводе уменьшаются транспортные потери, и снижается потребление электрической энергии на работу циркуляционных насосов. Проблема не использования такого инструмента повышения эффективности кроется в том, что больше охладить теплоноситель может потребитель, а экономический эффект в этом случае получает поставщик.

Для примера в г. Москве температурный график на вводе в дом (в котором я живу): - 90/70°C.

Следовательно, тепловая энергия, потребленная приведенным зданием за расчетный период составит: - $Q = (20h) \times M$: где M – масса теплоносителя, h – коэффициент теплосодержания.

А в г. Копенгаген применяется температурный график: - 120/40°C. В приведенных условиях для Москвы и Копенгагена тепловая энергия, потребленная зданием за период составит: - $Q = (20h) \times M = (80h) \times 0,25M$

То есть в г. Копенгаген для транспортирования того же количества тепловой энергии используется в 4 раза меньше теплоносителя (по массе), но теплоноситель не двигается сам по трубопроводам, его «толкают» насосы, которые потребляют электрическую энергию. Формула потребления электрической энергии: - $N = M^3 \times \zeta$ следовательно, у нас, для переноса того же количества тепловой энергии, используется в шестьдесят четыре раза (6400%) больше электрической энергии, чем в Копенгагене. При этом (учитывая, что у них в четыре раза меньший массовый расход теплоносителя) они могут применять и естественно применяют трубопроводы в два раза меньшего диаметра. Во-первых, это значит, что они строят тепловые сети дешевле (трубы, задвижки и др. меньшего диаметра дешевле). А во-вторых, это приводит к снижению потерь тепловой энергии при транспортировании, у них в два раза меньше тепловые потери.

Все это позволяет мне взять на себя смелость (дерзость) и высказаться в данной статье конкретно и коротко. По любому возражению или сомнению в обоснованности моих предложений готов отдельно предоставить научные и экспертные доказательства, что принимать решения следует именно такие и именно в такой последовательности.

Итак, государство для начала должно решить буквально несколько принципиальных задач «надо просто знать, какую ниточку потянуть, чтобы распутать клубок: - нет таких сложных проблем, которые бы не имели простых решений, а также - бывают простые

задачи, которые настолько запутаны, что не решаются десятилетиями»:

1. Создать условия для обязательного 100% объективного (приборного) учета, причем учет следует организовывать в первую очередь у конечного потребителя. «Нельзя сэкономить то, что не учтено». Мною подготовлен соответствующий проект правил организации учета, и они включены в подготовленный мною проект ФЗ «об энергосбережении» ст.11.
2. Создать систему сбора и статистической обработки данных об объективных параметрах энергоэффективности зданий и т.д., да и сами параметры тоже подлежат утверждению, ибо сегодня их просто нет, или они не совсем корректны. «Руководитель обязан видеть лес за деревьями». Предложение нашло реализацию в подготовленном мною проекте ФЗ «об энергосбережении» ст.12.
3. Создать систему государственного софинансирования мероприятий по энергосбережению и исключаящую неэффективные бюджетные затраты и коррупцию. «Собственник - лучший инвестор». Предложение нашло реализацию в подготовленном мною проекте ФЗ «об энергосбережении» ст.18.
4. Создать систему наказаний и поощрений лиц, участвующих в проведении мероприятий по повышению энергоэффективности, путем соответствующих изменений в КОАП и формировании фонда формирующегося за счет «штрафов» неэффективных лиц стимулирующего эффективных лиц. «Плохому коню нужен кнут, а хороший заслуживает морковку». Предложение нашло реализацию в подготовленном мною проекте ФЗ «об энергосбережении» ст.19-23, 27.
5. Создать систему тарифообразования, которая будет стимулировать реконструкцию существующих систем энергоснабжения в сторону повышения их эффективности. При существующих сегодня тарифах очень часто инвестиции должен вложить потребитель, а эффект получит поставщик энергоресурсов. «Как часто хорошее дело делает один, а лучше от этого становится другому». Предложение нашло реализацию в подготовленном мною проекте ФЗ «об энергосбережении» ст.17.

6. Создать систему ценообразования направленную на получение «справедливой» цены за энергоресурсы, стимулирующую снижение себестоимости у поставщика и его инновационную политику, позволяющую создать виртуальную конкуренцию в условиях естественных монополий. «Зачем делать товар дешевле если можно заставить покупателя купить то, что предложено». Предложение нашло реализацию в подготовленном мною проекте ФЗ «об энергосбережении» ст.17.

7. Создать систему популяризации знаний в области энергоэффективности. «для достижения цели мало желания, нужны еще знания и умение». Предложение нашло реализацию в подготовленном мною проекте ФЗ «об энергосбережении» ст.25-26.

Время от времени в нашей стране проводятся «реформы», которые отбрасывали целые отрасли отечественной экономики на годы назад, ухудшали жизнь миллионов людей и обманывали их лучшие ожидания. Предлагались прямые методы решения задач, понятные необразованным людям. Эти методы подкреплялись якобы положительным опытом, иногда и иностранным. Шельмовались специалисты и их аргументы, направленные на использование других методов достижения цели. Сами реформы проводились административным порядком и сопровождалась упорной государственной пропагандой. Причем «реформы» продолжались и тогда, когда большинство уже понимало их абсурдность. Когда получившийся отрицательный результат «реформ» уже нельзя было игнорировать, та же пропагандистская машина, которая их раскручивала, тихо отработывала назад, иногда оставляя нескольких инициаторов в качестве «козлов» отпущения.

«Слышал звон, да не знает где он», в своих книгах и работах я раскрываю, почему и для чего делались те или иные решения в разных странах в области энергоэффективности. В частности в Европе только сегодня (после системной тридцатилетней работы по энергоэффективности) вводится запрет на лампы накаливания. Но запрету подлежат не все, а только лампы мощностью более 100 ватт (иначе автомобили не смогут ездить, 95% используемых сегодня лампочек в них, это лампы накаливания). А в Китае вместо запрета на лампы накаливания стимулируют использование энерго-

гоэффективных ламп. Разумно было бы ввести стандарт на лампы, регламентирующий отношение потребления лампой энергии на излучаемый ею свет, а не запрещать технологию получения света через накаливание материала. А если завтра ученые откроют новые материалы, резко повышающие КПД лампочек накаливания? А тут запрет! Или предложение по утеплению ограждающих конструкций зданий (стен, крыш и т.д.) выглядит разумно только на первый взгляд, следует знать, что до половины тепловой энергии поданной для отопления «уходит» из здания с воздухом, для вентиляции помещения в соответствии с санитарными нормами. К тому же действующие сегодня в РФ нормы уже предъявляют к ограждающим конструкциям жилых зданий (СНиП 23-02-2003 К=3.13) требования которые превышают требования, существующие в Германии (EnEV 2002 К=2.86). В нашем случае, об утеплении следует говорить только для зданий старой постройки. К тому же важно не «пересолить», ведь в формуле экономической целесообразности инвестиций один из множителей - параметр стоимости денег, а в нашей стране он в лучшем случае 16%, против 2-3% в ЕС, что кардинально меняет целесообразность инвестиций в проводимые мероприятия (для справки сегодня экономически обосновано иметь в РФ $K \leq 2,5$). К тому же насколько не соответствует конкретное старое здание предъявляемым к нему требованиям по теплосащите, следует определять объективным, инструментальным путем.

Доказательная часть, поясняющая те семь пунктов предложений, которые изложены в данной статье, займет более сотни листов текста, поэтому привести ее в данном формате не представляется никакой возможности, к тому же, все это было изложено в других моих работах.

Если бы в России были приняты ряд законодательных документов реализующих хотя бы заявленные семь пунктов, то ответственно заявляю, что в течение 3 лет ситуация с энергоэффективностью и в ЖКХ РФ кардинально изменилась бы в лучшую сторону. Экспертно, в этом случае, можно говорить о следующих цифрах по стране через пять лет:

- Потребление холодной и горячей воды снизится на 25-35%;
- Потребление тепловой энергии снизится на 20-35%;
- Потребление электрической энергии на 10-20%;

-
- Стоимость строительства теплотрасс снизится на 10-20%;
 - Стоимость организации учета снизится на 20-40%;
 - Стоимость строительства источников энергии снизится на 8-15%;
 - Цены на энергоресурсы получают устойчивую тенденцию к снижению, не в ущерб инвестициям в реконструкцию энергетики;
 - Эффективность вложения бюджетных средств в энергетику повысится на 50-70%.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРЕ

Кузник Игорь Владимирович, генеральный директор компании «Sayany», координатор совета НП ОППУ «Метрология энергосбережения»

root@sayany.ru

**ЭНЕРГЕТИКА
И ПРОМЫШЛЕННОСТЬ
РОССИИ**
информационное издание



...газета для энергичных людей

Основные разделы газеты:

Новости отрасли, производство, энергетика, нефть-газ, уголь, новые промышленные технологии, снабжение и сбыт, выставки.

Газета распространяется:

По системе РАО "ЕЭС России",
В Министерстве промышленности
и энергетики, Энергонадзоре, ведущим
предприятиям энергетической отрасли,
электротехническим компаниям и научно-
техническим учреждениям.

Подписчики газеты:

Руководители предприятий, начальники
и специалисты техслужб предприятий,
ведущие НИИ и т.п.

На сайте издания www.eprussia.ru
ежедневная сводка новостей,
бесплатная электронная библиотека
для специалистов, архив газеты.

Подписной индекс по каталогам
"Роспечати" 14263. Тираж 26 тыс. экз.

Телефон: (812) 346 50 15, 346 50 16;
Факс: (812) 325 20 99; E-mail: center@lek.ru

ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ И СПОСОБЫ ИХ РЕАЛИЗАЦИИ ПРИ АВТОМАТИЗАЦИИ РЕЖИМОВ РАБОТЫ ИНДИВИДУАЛЬНОГО ТЕПЛОВОГО ПУНКТА

**Рыгалин Д. Б., Золотых И. К., Скремета В. О.,
Малов Д. Н., Васильев С. Г., Каменский А. М.,
Тотменина Н. Л.**

Повсеместное внедрение автоматизированных тепловых пунктов (индивидуальных и центральных) при подключении систем теплоснабжения жилых и промышленных зданий к тепловым сетям является, безусловно, эффективным подходом к решению задач энергосбережения, сокращения потребления топливно-энергетических ресурсов и расходов на отопление и обеспечения комфортного микроклимата в помещениях. В настоящей статье рассмотрены концепции и принципы построения программно-технических средств автоматизации ИТП нового класса на основе реализации принципов аппаратно-программной распределенности и функциональной специализации.

Необходимость автоматизации пользования теплом в целях экономии энергоресурсов давно доказана практикой развитых стран Запада и не является предметом дискуссии. Сравнительный анализ автоматизированных и не оборудованных автоматикой систем теплоснабжения позволяет сделать вывод, что внедрение автоматизированных индивидуальных тепловых пунктов (ИТП) позволит обеспечить 20-25% экономию тепловой энергии при соблюдении основных требований СНиП к климатическим условиям в жилых и общественных помещениях.

Однако, несмотря на очевидную выгоду автоматизированных технологий теплоснабжения, темп их внедрения достаточно низок. Это определяется следующим рядом факторов:

- В основном автоматизированные ИТП проектировались на базе импортного оборудования зарубежных фирм, имеющих высокий ценовой барьер (12-15 тыс. долларов за комплектный тепловой пункт заводской готовности), что редко укладывается в бюджеты муниципальных образований, а также низкий

уровень надежности и сложность в эксплуатации программно-технических средств отечественного производства.

- Отсутствие типовых проектных решений систем автоматизации для ИТП, позволяющих снизить сроки проектирования и проведения Государственной экспертизы.
- Низкий уровень культуры эксплуатации систем автоматизации в сфере ЖКХ.

Спроектированные в условиях социалистической экономики и существующие сегодня системы централизованного теплоснабжения реализуют обеспечение потребителей теплом по нормативам в соответствии с температурным графиком. Рыночная экономика изменила задачи теплоснабжения, сегодня потребитель должен иметь возможность приобретать необходимое ему количество тепла и регулировать расход тепла, разумеется, при обязательном коммерческом учете потребленной энергии. Установленные в большинстве существующих зданий тепловые пункты (задача которых – соединять внутридомовую систему отопления и ГВС с системой централизованного теплоснабжения) были оборудованы элеваторными тепловыми вводами, мало поддаются регулировке и энергосбережению и не отвечают новым требованиям. Эти задачи практически в полной мере могут решить современные автоматизированные тепловые пункты (ИТП), оснащенные теплообменным оборудованием для систем отопления и ГВС, запорно-регулирующей аппаратурой, насосами (отопительными, ГВС и подпиточными), системой автоматики и средствами коммерческого учета. Это позволяет создать замкнутый контур внутридомовой системы отопления и ГВС, регулировать и контролировать расход тепла. Тепловой пункт выполняет прием теплоносителя, его преобразование, распределение между потребителями, учет теплопотребления, автоматически обеспечивая при этом:

- необходимые параметры теплоносителя в системах отопления и вентиляции для поддержания требуемых температурных условий в обслуживаемых помещениях;
- температуру воды в системе ГВС;
- согласование и стабилизацию гидравлических режимов в тепловых сетях и в системах теплопотребления.

Все эти задачи могут быть реализованы в значительной степени за счет автоматизации теплового пункта. Результатом их выполнения будет не только обеспечение комфортных условий в помещениях и параметров горячей воды, но и реальная экономия энергопотребления на уровне 30–35 % в годовом разрезе и 60–70 % в переходные периоды, когда температура наружного воздуха превышает 0°C, а также сокращение выбросов в атмосферу продуктов сгорания сэкономленного топлива. Однако следует отметить, что внедрение этого оборудования предполагает первоначально серьезные затраты, которые в течение 3-5 лет окупаются и позволяют в дальнейшем получать значительную экономию, не говоря уже о новом уровне комфорта по отоплению в помещениях. Кроме того, СНиП 41-01-2003 предусматривает, что системы присоединения инженерных систем зданий и сооружений к сетям теплоснабжения должны иметь автоматическое регулирование, если потребляемая зданием мощность (включая теплоснабжение, вентиляцию, кондиционирование и ГВС) превышает 50 кВт, эта мощность соответствует энергопотреблению дома площадью примерно 250 кв. м, то есть даже при строительстве коттеджа есть смысл обеспечивать автоматическое регулирование инженерных систем.

Традиционно в нашей стране была принята система централизованного качественного регулирования теплотребления, при которой температура теплоносителя, подаваемого потребителю, зависела от температуры наружного воздуха, а его количество поддерживалось постоянным. Сейчас, в связи с установкой устройств автоматического регулирования, система теплоснабжения становится качественно-количественной. Централизованное регулирование отличается высокой инерционностью, не учитывает особенностей тепловых потерь каждого здания и не имеет запаса для регулирования на индивидуальном и местном уровнях. За рубежом чаще используется количественная система, при которой здание получает количество тепла, соответствующее потерям. Автоматическое регулирование, осуществляемое в индивидуальных тепловых пунктах, может управлять теплоснабжением здания не только в зависимости от температуры наружного воздуха, но и с учетом дней недели или времени суток, что особенно удобно для производственных и офисных зданий.

Функции понижения исходной температуры теплоносителя от центрального источника (150°C) до температуры потребления в инженерных сетях здания (90°C) выполняются в тепловых пунктах разными способами. Соответственно, разными будут и возможности автоматического регулирования. В первом случае применяется способ смешения, когда теплоноситель из обратного трубопровода подмешивается к теплоносителю в подающем трубопроводе. Такие технические решения выполняются с использованием струйного насоса (элеватора) или на основе схемы со смесительными насосами. Второй вариант предпочтительнее, так как позволяет осуществлять 100%-е регулирование и при необходимости учитывать обычное для централизованных тепловых сетей невыполнение температурного графика. В таком случае используется схема с разделением первичного и вторичного контура, то есть с теплообменником. Схемы с теплообменниками также позволяют осуществлять 100%-е регулирование, но стоят дороже. Применение теплообменников в системах ГВС позволяет подогреть более качественную водопроводную воду, а не использовать более дорогую (за счет водоподготовки) воду из тепловой сети.

ЗАО «РПК «Системы управления» (г.Челябинск), ОАО «Зеленоградский инновационно-технологический центр» и ООО «ЭЛЕМ ИНФО» (г. Москва) совместно проводят научно-исследовательские работы в целях стимуляции и увеличения темпов внедрения автоматизированных систем в области теплоснабжения ЖКХ в рамках ФЦП «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технического комплекса России на 2007–2012 годы», непосредственной целью которых является создание научно-технического задела для прикладных разработок импортозамещающих высоко технологичных программно-технических средств для создания систем управления ИТП.

Проведенные патентные исследования и анализ значительного количества научно-технических публикаций, большого объема рекламной информации, публикуемой в базах Российских и Западных СМИ, подтверждают важность и актуальность работ по проектированию и внедрению автоматизированных ИТП различной конструкции и исполнений. Большинство предлагаемых сегодня на российском рынке систем автоматизации для ИТП базируются

ся на дорогостоящих свободно программируемых контроллерах и программно-технических средствах импортного производства. Системы автоматизации, разработанные на базе программно-технических средств отечественного производства, представлены очень слабо и отличаются скромным функционалом, а также имеют негативные отзывы касательно своей надежности.

Анализ функциональных требований и способов их реализации при автоматизации режимов работы ИТП показал, что

При проектировании автоматизации ИТП, как правило, инженер-проектировщик базируется на рекомендациях, изложенных в СП и СНиП [1-3], где излагаются требования к объему автоматизации и режимам технологического процесса теплоснабжения здания. Анализ существующих систем теплоснабжения показал, что наиболее распространенными на территории России являются два класса схем подключения отопительной нагрузки к энергосистеме:

- зависимая схема отопления;
- независимая (гидравлически развязанная) схема отопления.

Каждому классу схем подключения отопительной нагрузки к энергосистеме соответствует конкретная функциональная схема автоматизации ИТП. Функциональные схемы автоматизации описывают ИТП как объекта управления и позволяют выявить основные задачи управления ИТП, решаемые с помощью программно-технических средств. Предлагаемая концепция и принципы построения программно-технического комплекса (ПТК) нового класса обеспечивает выполнение требований существующих нормативных документов, а также повышение степени удобства эксплуатации и снижение стоимости самого ПТК и стоимость проектных, монтажных и пусконаладочных работ. При разработке функциональных схем автоматизации ИТП учитывались наиболее широко применяемое отечественное оборудование, за исключением некоторых позиций, которые в настоящий момент не имеют отечественных аналогов (например, насосное оборудование и пр.). Функциональная схема автоматизации ИТП состоит из ряда основных подсистем управления, которые реализуют конкретные комплексы задач управления:

1. Подсистема ввода-вывода информации (предназначена для измерения выходных сигналов датчиков параметров технологического процесса, приема электрических аналоговых и дискретных сигналов состояния исполнительных устройств, органов выбора вида управления и сигналов состояния объекта, организации циклического опроса входных измерительных цепей модулей ввода дискретных и аналоговых сигналов и их преобразования в цифровую форму, представления данных через локальные сети, приема информации от подсистем управления и формирования электрических сигналов управления исполнительными устройствами).
2. Подсистема учета (предназначена для измерения выходных сигналов датчиков расхода теплоносителя в прямом и/или обратном трубопроводе, температуры теплоносителя в прямом и/или обратном трубопроводе, вычисления расхода тепловой энергии, накопления архивов для технического (коммерческого) учета расхода тепловой энергии).
3. Подсистема авторегулирования (предназначена для реализации регулирования параметров технологического процесса посредством управления исполнительными механизмами постоянной скорости).
4. Подсистема контроля (предназначена для реализации автоматического контроля, сравнения значений параметров технологического процесса с заданными (уставками) и сигнализации).
5. Подсистема визуализации и технологической сигнализации (предназначена для представления информации о технологическом процессе оператору в наиболее удобной для восприятия человеком форме).
6. Подсистема технологических защит (предназначена для проведения диагностики и выявления неисправностей в режиме реального времени).
7. Подсистема дистанционного управления (предназначена для обеспечения безотказной передачи данных между компонентами ПТК в режиме реального времени с соблюдением приоритетов, строится на основе стандартизованных протоколов обмена и цифровых интерфейсах).

8. Подсистема логико-программного управления (АВР, предназначенная для реализации логических конечных автоматов управления ФГО, в частности стандартные автоматы управления приводом запорной арматуры, нереверсивным приводом и приводом регулирующей арматуры и т.д.).

На основе анализа задач управления и основных подсистем управления ИТП с точки зрения реализации данной системы управления выделены следующие классы управляющих комплексов: *комплекс на локальных регуляторах и релейно-контактной логике, централизованный микропроцессорный комплекс на базе конфигурируемых контроллеров, децентрализованная распределенная микропроцессорная система на базе свободно-программируемых контроллеров.*

К достоинствам систем реализованных на локальных регуляторах следует отнести простоту обслуживания, децентрализацию управления. К недостаткам – низкий уровень надежности, особенно в части реализации релейно-контактной логики. В настоящее время применение локальных регуляторов для управления ИТП встречается крайне редко, в основном на объектах давно не подвергавшимся модернизации.

К достоинствам централизованных систем относится простота обслуживания и короткие сроки проектирования систем автоматизации, но надежность показатели требуют резервированных вариантов конфигурации, что сопровождается удорожанием систем автоматизации. Кроме того, существенным ограничением конфигурируемых контроллеров является невозможность свободного изменения алгоритмов работы автоматизированного ИТП. Допускается лишь незначительные изменения параметров регулирования, а также активация или деактивация заложенных в контроллер функций. Для создания гибкой системы управления ИТП на базе конфигурируемых контроллеров зачастую требуется использовать несколько таких контроллеров объединенных в сеть, что тоже увеличивает стоимость системы в целом.

Наиболее перспективными в данном случае являются децентрализованные распределенные микропроцессорные комплексы, требующие решения вопросов резервирования только в части наиболее ответственных подсистем, обладающие высоки уровнем

надежности и способные функционировать при частичных отказах (деградирование по функциям). К достоинствам децентрализованных комплексов относится также и их гибкая возможность к наращиванию и адаптации к задачам управления. К основным недостаткам таких решений можно отнести высокую стоимость самих контроллеров, а также необходимость приобретения среды программирования для разработки программного обеспечения системы автоматизации. Кроме того, для разработки программ, как правило, требуются специалисты высокой квалификации, что приводит к удорожанию системы автоматизации на этапе проектирования.

Однако, не смотря на более высокую стоимость свободно программируемых контроллеров, система на них при корректном проектировании оказывается дешевле, чем система на основе конфигурируемых контроллеров. Кроме того, для работы со свободно программируемым контроллером от разработчика системы автоматизации не требуется специальной подготовки (достаточно «общепромышленных» знаний), чего не скажешь о конфигурируемом контроллере, причем опыт конфигурирования контроллеров одной фирмы малоприменим к контроллерам другого производителя.

Все выше изложенное позволяет сделать вывод, что при различных способах решения задач управления ИТП на базе программно-технических средств различных архитектур и фирм производителей везде прослеживается единая концепция – все микропроцессорные комплексы управления ИТП **проектно-компоуемые**. Все основные функции по правильному применению в конечном итоге возлагаются на проектную организацию, которая должна увязать микропроцессорный контроллер системы управления ИТП с периферийными устройствами (контрольно-измерительными приборами, пусковой аппаратурой и системами электропитания). При этом основную компоненту в системе управления, как по стоимости, так и по объему технических средств занимает не центральное звено – контроллер управления, а периферия (устройства электропитания, электромагнитные пускатели, частотные преобразователи, промежуточные реле и т.д.).

Оптимальным представляется построение ПТК управления ИТП на основе комбинации конфигурируемого и свободно-

программируемого контроллера, которые обеспечивает широкие возможности по расширению и масштабированию системы одновременно с гибким программным обеспечением, не требующим специальных знаний для программирования. Разработка ПТК должна осуществляться на основе принципов аппаратно-программной распределенности и функциональной специализации, позволяющих повысить технико-экономические показатели систем управления индивидуальными тепловыми пунктами за счет следующих возможностей:

- снижение стоимости автоматизированных систем управления ИТП, а также связанных с внедрением ИТП проектных, монтажных и пусконаладочных работ не менее чем на 15% за счет использования импортозамещающих технологий, интеграции систем управления и систем учета на единой элементной базе, снижения числа промежуточного электротехнического оборудования (блоки питания, промежуточные реле, блоки управления исполнительными механизмами, частотные приводы и т.п.);
- уменьшение эксплуатационных расходов на ИТП не менее чем на 20 %.

Наиболее перспективной и получающей все более широкое применение архитектурой инженерно-технологической части ИТП является блочно-модульная архитектура ИТП. Основные преимущества блочно-модульных ИТП:

- компактность и значительная экономия пространства (КД на весь модельный типовой ряд предусматривает высокую вариативность монтажа несущей конструкции и унифицированный набор конструктивных элементов, что позволяет размещать модульный ИТП в помещениях любой конфигурации);
- минимально короткие сроки модернизации системы теплоснабжения (разработка проектной документации сводится к проектной привязке готовых и *сертифицированных* технических решений, срок изготовления модульного ИТП не превышает 1 недели, срок проведения монтажных работ с момента отключения отопления до запуска ИТП не превышает 2 суток).
- единая гарантия на все оборудование.

Критерий функционально-модульного построения подразумевает организацию системного программного обеспечения ПТК с ориентацией на принципы функционально-группового управления (ФГУ).

Проведенные исследования показали, что предлагаемый подход к разработке ПТК не ограничивается реализацией функций по управлению блочно-модульными ИТП. Архитектура ПТК основанная на принципах ФГУ и функциональной децентрализации позволяет легко адаптировать функционал ПТК для управления более крупными объектами, например ЦТП.

ЛИТЕРАТУРА:

1. СП41-101-95 «Проектирование тепловых пунктов»
2. СНиП 41-01-2003 «Отопление, вентиляция и кондиционирование»
3. СНиП 41-02-2003 «Тепловые сети»

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:

Рыгалин Д. Б., директор ООО «ЭЛЕМ ИНФО», к.э.н., тел. (499)720-69-55, e-mail: rygalin@unicm.ru

Золотых И. К., Заместитель директора ЗАО «РПК «Системы управления» по научно-техническому развитию, тел.(351)741-45-13, e-mail: zol.asu@rpk-su.ru.

Скремента В. О., ведущий специалист ЗАО «РПК «Системы управления» тел.(351)741-45-13, e-mail: skremeta@mail.ru.

Малов Д. Н., ведущий научный сотрудник ОАО «ЗИТЦ», тел. (499)720-69-35, e-mail: dm0901@gmail.com.

Васильев С. Г., старший научный сотрудник ОАО «ЗИТЦ», тел.(499)720-69-35, e-mail: kamensky@zelnet.ru.

Каменский А. М., научный сотрудник ОАО «ЗИТЦ», тел. (499)720-69-35, e-mail: kamensky@zelnet.ru.

Тотменина Н. Л., ведущий инженер ОАО «ЗИТЦ», тел. (499)720-69-40, e-mail: totmenina@unicm.ru.

ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩАЯ СИСТЕМА СОЗДАННАЯ НА БАЗЕ НАНО ТЕХНОЛОГИЙ

Зджанский Ю. С., Макайденко Я. Э., Яковлев Д. С.

Все чаще как на правительственном уровне так и в средствах массовой информации поднимается вопрос о возрастающем год от года расходе электроэнергии, газа, тепла, воды. Как вы знаете, по прогнозу Института энергетических исследований РАН, цены на энергоносители в ближайшие десятилетия будут неуклонно расти не менее 10 % в год. Это неизбежно отразится на динамике роста тарифов на тепло, воду и электроэнергию в сторону возрастания. На промышленных и других предприятиях энергетическая составляющая в себестоимости конечного продукта доходит до 70 % и в конечном итоге становится «тормозом» для развития производства. В огромных масштабах растёт применение промышленного и бытового электрифицированного оборудования. Между тем, многие месторождения в обжитых местах уже исчерпаны, а новые приходится искать и обустраивать в труднодоступных районах Сибири и Дальнего Востока. Обходится всё это очень недёшево. Поэтому именно экономия становится важнейшим источником роста производства. Расчёты показали, а практика подтвердила, что каждая единица денежных средств, истраченных на мероприятия, связанные с экономией электроэнергии, даёт такой же эффект, как в два раза большая сумма, израсходованная на увеличение её производства. Поэтому старый призыв «Экономьте электроэнергию!» стал ещё более актуальным, о чем свидетельствует курс государства на внедрение энергосберегающих технологий, инноваций и модернизацию во всех областях включая энергетику. Обращение Президента РФ к федеральному собранию подтвердило неуклонность от данного курса.

С 2008 года акционерами и советом директоров группы компаний Петроэнергосервис было принято решение о финансировании проектов, связанных с инновационными решениями и технологиями в области энергосбережения, водо и теплосбережения. Разработанный и принятый план мероприятий позволил в короткое время наладить конструктивное сотрудничество как с большим

«Энергосберегающая система созданная на базе нано технологий»

количеством российских и зарубежных партнёров, так и с Российской академией наук, в частности с Институтом химии силикатов имени Гребенщикова в лице академика Данилевича Януша Брониславовича- одного из авторитетнейших учёных энергетиков и электротехников нашей страны. Специалисты группы «Петрознергосервис» проведя переговоры с несколькими зарубежными компаниями в начале 2009 года установили контакт с одной молодой инновационной компанией из Республики Корея, Enposs Ink, обладающей патентом на новую технологию с применением наноматериалов в области энергосбережения. К настоящему времени технология внедрена более чем на 200 промышленных и коммерческих объектах в Корею, Китае Испании, Мексике. Где зарекомендовала себя с самой лучшей стороны.

Данная энергосберегающая технология позволяет **любому** потребителю электричества экономить **до 15 %** расходов на электроэнергию.



Рисунок 1



Рисунок 2

Энергосберегающая система , уменьшает потребление электроэнергии, совершенствует структуру электрического тока, обеспечивая более стабильное и эффективное электроснабжение и как следствие увеличение долговечности оборудования и объектов. **Технология производства данной системы базируется на запатентованных материалах EMF-7 , EMF -6 представляющих собой стабильную молекулярную структуру, которая генерирует очень слабый электрический ток - 60- 90 микроампер, на протяжении срока от 30 лет и более . Основным материалом,**

используемым в данной системе, является природный минерал – турмалин, обладающий свойством генерировать поток свободных электронов на протяжении длительного периода времени. Дополнительным - магнитный порошок – морганит, обладающий постоянными магнитными свойствами, излучающий отрицательно заряженные ионы в десятки раз больше, чем другой минерал. После подключения к сети система начинает насыщение внутреннего пространства сети потребителя свободными электронами (предельная концентрация свободных электронов во внутренней сети потребителя образуется через 10-20 дней). Система предназначена для эксплуатации в условиях умеренного климата при температуре окружающей среды от – 30 до +40 °С. Система эффективно работает в сетях переменного тока напряжением от 110 до 600 вольт с частотой 50 – 60 герц.

Данная энергосберегающая система – Это:

- не конденсатор
- не фильтр гармоник
- не синхронный двигатель
- не стабилизатор напряжения

Но в тоже время она позволяет :

- Снизить потребление электроэнергии на 7-15%
- Реактивную мощность на 20 -30 процентов.

Энергосберегающая система устраняет влияние вредных высших и низших гармоник, что в конечном счёте приводит к уменьшению шума и вибраций , потерь на нагрев , и тем самым увеличивает срок службы оборудования. Позитивным эффектом также является устранение вредного электромагнитного излучения. Энергосберегающая система подключается сразу после счётчика на шины главного распределительного щита на каждую фазу и нулевой провод. В среднем подключение системы занимает не более часа. Варианты подключения могут быть настроены для работы с однофазной двухпроводной системой и трехфазной TN-C, TN-S, TN-C-S. Система практически не требует никакого технического обслуживания на протяжении всего срока службы. Энергосберегающая система прошла международные испытания и имеет соответствующие сертификаты.

Таблица № 1. Технические данные энергосберегающей системы

	Модели	Размеры, мм	Сечение провода, мм ²	Длина провода, м	Комплект, шт	Вес, кг
1 фаза	5 кВт	80х130х35	5,5	1	2	1,5
	10 кВт	80х160х55		1	2	2,5
	20 кВт	80х160х90		1	2	5
3 фазы	10 кВт	65х95х55	8	3	4	3
	20 кВт	80х110х70		3	4	5,5
	30 кВт	80х130х70	14	3	4	7
	50 кВт	80х180х70		3	4	9
	75 кВт	80х180х85		3	4	11
	100 кВт	80х250х85	22	3	4	14
	200 кВт	130х180х100		3	4	18
	300 кВт	140х230х95		3	4	23
	400 кВт	150х250х100		3	4	27
	500 кВт	150х250х130	38	3	4	30
	750 кВт	190х280х130		3	4	45
	1000 кВт	190х380х130		3	4	56
	1500 кВт	280х380х130	60	3	4	89
	2000 кВт	350х460х130		3	4	120

В настоящее время группа компаний ПЕТРОЭНЕРГОСЕРВИС расширяет рынок по внедрению энергосберегающей системы . Помимо работы в Санкт Петербурге и Ленинградской области уже установлены контакты с предприятиями Ярославской и Кировской областей, предприятиями республики Карелия.

Компания заинтересована в продвижении системы по всей территории РФ , а так же стран СНГ и готова к сотрудничеству с региональными дилерами на взаимовыгодных условиях.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Зджанский Юрий Сидорович, Макайденко Яков Эдуардович, Яковлев Дмитрий Сергеевич

Группа компаний «ПЕТРОЭНЕРГОСЕРВИС»

ООО «РОСЭНЕРГОПРИБОР»

Тел/Факс (812) 3469047/48, 3277574

E-mail: mail@forcesystems.ru

КОММУНАЛЬНЫЙ КОМПЛЕКС РОССИИ



Ежемесячный деловой журнал о реформе и модернизации жилищно-коммунального хозяйства России



Содержит необходимую и оперативную информацию для эффективной работы предприятий и организаций: новшества законодательства, анализ экономической ситуации и политических решений, передовые разработки в промышленности и науке, современные технологии, обзоры рынков оборудования, изменения в тарифной политике

Наш индекс в каталоге

«Роспечать»

46576

на год

46428

на полугодие

«Пресса России»

12936

12935

Подписка через редакцию

тел. (495) 720-5472

Подписка через компанию «Интер-Почта»

тел. (495) 684-5534, 500-0060

www.interpochta.ru

Издательский дом «Коммунальный комплекс»: 105318, г. Москва, ул. Мироновская, д.33
тел./факс: (495) 720-5472, (499) 780-7992 mail: info@gkhprofi.ru www.gkhprofi.ru

WEB-ИНТЕРФЕЙС КОМПЛЕКСА ВЗЛЕТ СП

Аветиков Г. Б., Консон Е. Д.

Назначение и основные возможности

Внедрение домового приборного учета должно решать задачу обеспечения информацией независимых пользователей. Ими являются поставщики энергоресурсов, службы эксплуатации, сервисные организации, муниципальные власти, собственники зданий и сооружений и т.д.

Комплекс *Взлет СП* содержит программно-аппаратные средства, позволяющие автоматически накапливать приборную информацию в базах данных. Он также имеет интерфейсные средства для коллективного доступа к информации в рамках локальной сети. Это обеспечивают приложения Отчеты, запущенные на разных компьютерах в режиме дополнительной консоли. В первую очередь режим ориентирован на задачи, возникающие в сервисных организациях, обслуживающих узлы учета.

При формальном расширении данного интерфейса на большое число удаленных пользователей (консолей) его быстродействие и эффективность падают. Для таких условий необходим интерфейс, построенный на других принципах. Эту задачу решает вновь разработанный WEB-интерфейс.

Новый интерфейс предназначен для доступа большого числа пользователей к приборной информации, сосредоточенной в базе данных. Доступ осуществляется через Интернет и/или локальную сеть. На компьютере пользователей не устанавливаются никакие компоненты комплекса. Соответственно нет необходимости приобретать новые лицензионные экземпляры *Взлет СП*. При организации дополнительных консолей это было обязательным условием. Для доступа теперь используется Internet Explorer или другой браузер.

Информация предоставляется в виде отчетов, таблиц и графиков, позволяющих производить коммерческие расчеты, анализ энергопотребления и контролировать соблюдение договорных

условий. Для дальнейшего анализа данные могут быть импортированы в приложения MS Excel, автоматически запускаемые на компьютере пользователя.

Интерфейс обеспечивает защиту доступа. Получение информации возможно только после предъявления логина и пароля, которые присваиваются каждому пользователю. Кроме того, обеспечивается разграничение доступа. За каждым пользователем закрепляется определенный список узлов учета. Получение информации о них ему разрешено. Доступ к данным узлов, не включенных в его список, закрыт. Администрирование доступа осуществляется с помощью специального нового приложения.

Условия использования

Комплекс **Взлет СП** может вести накопление приборной информации в различных базах данных. Это обеспечивает механизм OLE DB Provider. Однако для работы WEB-интерфейса в качестве базы данных может использоваться только MS SQL. Вариант SQL-сервера должен включать компоненты Reporting Services. WEB-интерфейс реализован в версиях комплекса, начиная с 3.0.

Отметим, следующее обстоятельство, существенно отличающее новый интерфейс от режима дополнительных консолей. При работе через консоли требуется, чтобы их общее число не превышало лицензионное число пользователей сервера MS SQL. Стоимость сервера существенно зависит от этого числа. Если используется WEB-интерфейс, то при одновременном подключении через Интернет любого числа пользователей для сервера MS SQL это будет выглядеть как подключение только одного лицензируемого пользователя. Поэтому может применяться существенно более дешевый или бесплатный вариант MS SQL.

Лицензионные ограничения интерфейса

WEB-интерфейс взаимодействует с комплексом **Взлет СП**, но не является его обязательной составной частью. Использование нового продукта лицензируется и оплачивается отдельно. Основным лицензионным ограничением **Взлет СП** является максимальное число обслуживаемых приборов. Оно сохраняется в электрон-

ном ключе. Стоимость комплекса, а также нового продукта зависят от этого числа.

Включение интерфейса осуществляется с помощью специальной лицензионной утилиты, записывающей соответствующую информацию в ключ.

Пользователь может дополнить имеющийся у него экземпляр **Взлет СП** новым интерфейсом, причем лицензионное ограничение интерфейса должно совпадать с ограничением комплекса. При расширении совмещенного продукта одинаково должны расширяться и комплекс и интерфейс. Таким образом, возможности WEB-интерфейса всегда распространяется на все приборы, описанные в комплексе.

Подчеркнем, что лицензирование интерфейса ограничивает только количество приборов и никак не ограничивает число пользователей, которые могут получать доступ к приборным данным через данный интерфейс.

Установка программ

Установка осуществляется с дистрибутивного компакт диска. На компьютере уже должен быть установлен комплекс **Взлет СП**, и включена возможность работы WEB-интерфейса с помощью лицензионной утилиты. Для проверки этой процедура должна выполняться при установленном электронном ключе.

Интерфейс изменяет алгоритм сохранения данных, который использует комплекс. С момента установки обеспечивается ведение в базе необходимых дополнительных таблиц, и соответственно, доступными через интерфейс становятся данные, полученные после установки.

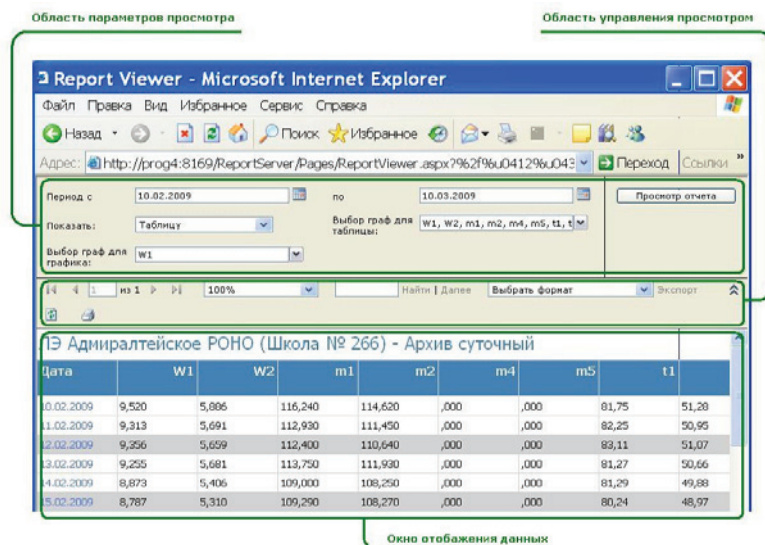
Установочный диск содержит MS SQL в редакции «Microsoft SQL Server 2008 Express». Фирма Microsoft разрешает распространение и бесплатное использование этой редакции сервера в составе независимого программного обеспечения. Редакция может быть установлена только на компьютер с лицензионной операционной системой Windows. Возможностей этой редакции достаточно для реализации всех функций WEB-интерфейса.

Ограничением редакции Express является необходимость обязательного размещения комплекса **Взлет СП** и MS SQL сервера на одном компьютере. Кроме того, редакция имеет ограничения на размер базы данных, но это ограничение позволяет включать в комплекс сотни и тысячи приборов (в зависимости от глубины хранения данных).

Пользовательский доступ

Просмотр осуществляется через браузер, установленный на компьютере пользователя. Ниже стандартных инструментов браузера в его окне располагаются две области. Это область параметров просмотра и область управления просмотром. Они содержат дополнительные инструменты.

Область управления одинакова для всех вариантов отображения. Она представляет собой строку, которая содержит средства для выбора страниц многостраничного отчета, задания масштаба страниц, поиска заданного текста. Поиск при этом охватывает все данные, а не только текущую страницу. Далее следуют средства экспорта, печати и обновления.



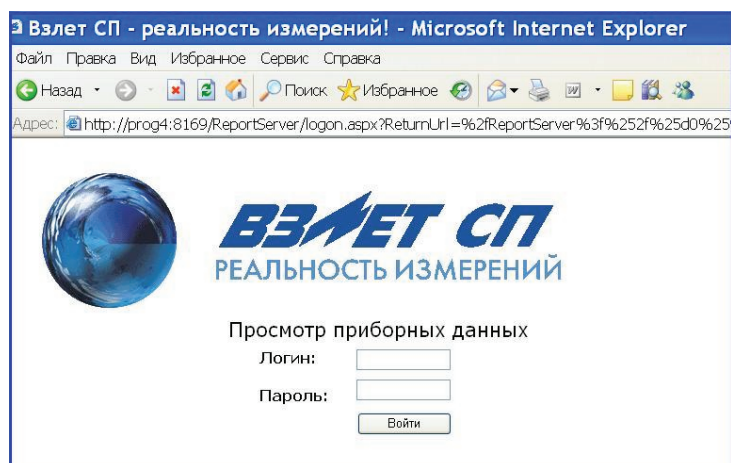
Для экспорта предварительно выбирается формат. Далее при щелчке по ссылке Экспорт выводится запрос, где предлагается сохранить данные в виде файла или открыть, передав их приложению. Предлагаемые форматы соответствуют широко распространенным приложениям. Например, данные можно загрузить в MS Excel для дополнительных вычислений или сохранить как Web-архив. В последнем случае они будут доступны для просмотра в автономном режиме браузера без соединения с комплексом.

При выборе печати через область управления возможен предварительный просмотр, что отсутствует при печати непосредственно через браузер. Обновление данных относится к ситуации, когда есть основания считать, что отображаемые данные уже изменились. Например, база содержала не все данные за первоначально указанный пользователем период, а за время просмотра отсутствующие данные уже поступили в базу. Тогда обновление учтет эти изменения. Отметим, что диспетчерский режим комплекса предполагает автоматическое пополнение базы данных. Оно выполняется независимо от просмотра.

Размещенные справа в строке управления двоянные стрелки позволяют свернуть/развернуть область параметров. Содержимое области параметров зависит от выбранного представления данных. Как правило, среди параметров задается период, за который должны отображаться данные. Если для отчета не требуются параметры, то стрелки не отображаются.

Справа в области параметров помещена кнопка «Просмотр отчета». Она запускает вывод отчета после того, как пользователь задал значения всех параметров. Щелчок на кнопке – это последняя операция перед выводом любого отчета. Во время задания параметров в окне отображения может происходить перерисовка. Окно может очищаться. Но это не должно вводить пользователя в заблуждение. Формирование отчета с новыми значениями параметров начнется только после щелчка на кнопке.

Доступ к данным защищен логином и паролем. Они назначаются индивидуально каждому пользователю администратором интерфейса. Эти сведения сохраняются в комплексе.



Для открытия сеанса доступа пользователь на стартовой странице вводит логин и пароль. После успешной аутентификации выводится таблица с перечислением доступных ему узлов учета. В случае ошибок можно выполнить до трех повторных попыток ввода. Состав узлов определяется правами, предоставленными данному пользователю при административной настройке интерфейса. На этапе настройки определяется и содержимое граф таблицы. Оно индивидуально для каждого пользователя. Он может включить в таблицу до шести граф с различными характеристиками узлов. Эта таблица будет использоваться во всех его сеансах доступа. По умолчанию таблица помимо первой обязательной графы с наименованием узла содержит графу с его адресом. Для удобства работы с большими списками поддерживается сортировка строк по содержимому любой из граф. Для запуска сортировки достаточно выбрать курсором одну из стрелок рядом с наименованием графы. При горизонтальной прокрутке таблицы первая графа с наименованием узлов фиксируется. Она всегда остается слева в окне просмотра.

- Типовой отчет (часовые данные)

Рассмотрим каждую форму подробнее. *Коммерческий отчет* представляет собой отчетную форму, которая указывалась для месячного отчета при описании свойств узла. Как правило, это форма, по которой принимаются отчеты теплоснабжающей организацией, поставку тепла от которой учитывает данный узел.

Отчет о потреблении тепловой энергии и теплоносителя за период с 01.03.2009 по 31.03.2009																								
Потребитель: Школа № 237			Тип прибора: ТСРВ-010			Расчетные формулы:																		
Адрес: ул. Авагвардия д. 43			Номер прибора: 00002218			$W1 = m1 \cdot (t1 - txc) - m2 \cdot (t2 - txc)$ $(t2 - txc)$ $dt = t1 - t2$ $q0 = m1 - m2$																		
Долгоср: № 4003 0401 от 01.03.2005			Режим работы: Б-2			$W2 = m4 \cdot (t4 - txc)$																		
Температура холодной воды, °C: 44																								
Дата	Первая теплосистема										Вторая теплосистема										W3,		Гкал	
	n1, ч	m1, т	t1, °C	P1, МПа	m2, т	t2, °C	P2, МПа	ds1, т	dt1, °C	W1, Гкал	n, ч	m4, т	t4, °C	P4, МПа	m5, т	t5, °C	P5, МПа	ds2, т	dt2, °C	W2, Гкал				
01.03.2009	24:00	144.00	82.75	.00	131.43	52.00	.00	9.700	35.13	5.496	24:00	7.941	83.34	.00	.000	.00	.00				868			
02.03.2009	24:00	144.00	86.21	.00	132.09	51.79	.00	9.300	34.92	5.371	24:00	7.392	83.72	.00	.000	.00	.00				852			
03.03.2009	24:00	142.00	80.96	.00	131.04	51.75	.00	9.190	34.11	5.132	24:00	7.530	83.73	.00	.000	.00	.00				842			
04.03.2009	24:00	143.00	83.36	.00	133.30	50.82	.00	8.430	32.74	5.092	24:00	6.932	81.03	.00	.000	.00	.00				830			
05.03.2009	24:00	142.90	81.42	.00	133.02	51.05	.00	8.200	32.27	5.100	24:00	6.751	80.99	.00	.000	.00	.00				767			
06.03.2009	24:00	141.90	83.18	.00	132.93	50.94	.00	9.030	32.75	5.050	24:00	6.892	81.07	.00	.000	.00	.00				752			
07.03.2009	24:00	136.20	83.62	.00	132.57	51.15	.00	9.000	32.47	4.617	24:00	1.446	80.80	.00	.000	.00	.00				115			
08.03.2009	24:00	136.40	82.93	.00	132.86	50.82	.00	5.570	32.11	4.577	24:00	.987	79.96	.00	.000	.00	.00				379			
09.03.2009	24:00	136.20	83.11	.00	132.67	50.74	.00	3.960	32.41	4.008	24:00	.794	79.99	.00	.000	.00	.00				384			
10.03.2009	24:00	142.00	83.43	.00	133.30	50.78	.00	8.960	32.65	5.306	24:00	6.402	81.07	.00	.000	.00	.00				537			
11.03.2009	24:00	142.30	82.72	.00	132.94	50.67	.00	9.300	32.05	5.000	24:00	7.126	80.96	.00	.000	.00	.00				587			
12.03.2009	24:00	140.00	82.75	.00	132.40	50.45	.00	8.230	32.26	4.968	24:00	6.273	80.90	.00	.000	.00	.00				513			
13.03.2009	24:00	142.00	81.00	.00	132.68	50.28	.00	9.300	32.72	5.133	24:00	8.040	81.00	.00	.000	.00	.00				863			
14.03.2009	24:00	136.00	83.16	.00	132.29	50.62	.00	3.790	32.34	4.631	24:00	1.679	80.23	.00	.000	.00	.00				130			
15.03.2009	24:00	134.20	83.18	.00	131.06	50.38	.00	3.230	32.79	4.580	24:00	.873	79.66	.00	.000	.00	.00				386			
16.03.2009	24:00	142.20	81.75	.00	131.95	49.88	.00	8.200	31.86	4.892	24:00	5.674	79.94	.00	.000	.00	.00				462			
17.03.2009	24:00	139.00	83.14	.00	132.36	49.35	.00	2.240	30.79	4.684	24:00	5.048	78.26	.00	.000	.00	.00				403			
18.03.2009	24:00	138.70	80.39	.00	131.61	49.30	.00	3.110	30.99	4.657	24:00	4.937	78.41	.00	.000	.00	.00				393			
19.03.2009	24:00	141.30	80.82	.00	131.67	49.79	.00	9.300	31.63	4.969	24:00	7.139	78.99	.00	.000	.00	.00				579			
20.03.2009	24:00	141.60	79.76	.00	132.49	49.36	.00	8.020	30.60	4.777	24:00	6.205	77.78	.00	.000	.00	.00				536			
21.03.2009	24:00	135.20	80.20	.00	131.79	49.33	.00	3.270	30.65	4.332	24:00	.340	77.14	.00	.000	.00	.00				359			
22.03.2009	24:00	139.70	80.30	.00	131.40	49.13	.00	3.280	30.79	4.325	24:00	.880	77.32	.00	.000	.00	.00				405			
23.03.2009	24:00	136.60	80.60	.00	132.94	49.71	.00	3.670	30.99	4.412	24:00	.837	77.40	.00	.000	.00	.00				367			
24.03.2009	24:00	136.20	80.07	.00	132.57	49.34	.00	3.790	30.73	4.384	24:00	.976	76.73	.00	.000	.00	.00				357			
25.03.2009	24:00	138.00	80.33	.00	134.99	49.52	.00	3.190	30.81	4.412	24:00	.331	76.82	.00	.000	.00	.00				326			
26.03.2009	24:00	136.30	79.98	.00	132.92	49.81	.00	3.040	31.57	4.444	24:00	.790	76.79	.00	.000	.00	.00				357			
27.03.2009	24:00	135.70	80.96	.00	132.44	49.74	.00	3.330	31.32	4.423	24:00	.464	76.39	.00	.000	.00	.00				336			
28.03.2009	24:00	135.50	80.24	.00	132.52	49.98	.00	3.030	31.26	4.399	24:00	.322	76.36	.00	.000	.00	.00				333			
29.03.2009	24:00	134.50	80.41	.00	131.61	49.20	.00	2.940	31.21	4.355	24:00	.000	76.39	.00	.000	.00	.00				316			
30.03.2009	24:00	131.40	77.27	.00	132.06	45.08	.00	3.000	29.30	4.129	24:00	.211	73.06	.00	.000	.00	.00				316			
Среднее		130.50	82.25	.00	132.488	50.13	.00	6.110	31.88	47.40		3.008	79.31	.00	.000	.00	.00	.00	.00	.00	236	0.000		
Резерв		720.00	4197.00		307.410			483.30		162.213		720.00	1892.02		.00						83.65			
Суммарное время аварийных ситуаций 1, ч:										.00	Суммарное время аварийных ситуаций 2, ч:										.00			
Среднедневной расход тепловой энергии:																				/ заданная плановая 2-х таблица /				

Архив суточный (таблица/график) содержит данные прибора в физических величинах и в суточных приращениях. Некоторые приборы ведут архивы во внутренних условных единицах, используя при этом значения тотальных счетчиков на момент окончания суток. Вне зависимости от способа ведения приборных архивов форма всегда отображает данные в физических величинах, которые указаны при настройке прибора, и в приращениях за сутки.

При переходе по ссылке выводится таблица, включающая все архивируемые переменные. Пользователь может отобразить только необходимые графы и повторно вывести сокращенную таблицу. Состав граф является задаваемым параметром. При горизонталь-

Переходы от одного представления данных к другим и смена параметров отчета являются обычными переходами по Интернет-страницам, которые формируются динамически по запросам пользователя. Поэтому возврат на любую из пройденных страниц, их повторное отображение можно выполнять с помощью стандартных инструментов браузера (стрелки и меню пройденных страниц). Помимо этого заголовок любой страницы является ссылкой для возврата к исходному списку доступных узлов.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:

Аветиков Г. Б. – ведущий инженер-программист,

Консон Е. Д. – руководитель Управления информационных технологий,

ООО «ИТЦ Промавтоматика»

ЖУРНАЛ **Берг** коллегия

официальный
информационный орган
Межрегионального
территориального
управления
Ростехнадзора
по Северо-Западному
федеральному округу



ООО «ИЗДАТЕЛЬСКИЙ ДОМ «ГРАНД»

НАШИ ИЗДАНИЯ 2009

Ежемесячный общероссийский
аналитический
научно-производственный журнал
«БЕРГ-КОЛЛЕГИЯ»*

Ежегодные справочно-информационные
каталоги:

«Промышленная безопасность»**

«Энергетическая безопасность»***

«Экологическая безопасность»****

«Grand.city:архитектура»



Почтовый подписной индекс на 2009 год
по каталогам «Роспечать» и «Прессинформ»
* – 14255, ** – 48021, *** – 47450, **** – 47451

Редакция:

190103, Санкт-Петербург, ул. 12-я
Красноармейская, д. 26, литера Б, а/я 94

Отдел подписки:

Тел./факс (812) 495-61-34
E-mail: podpiska@berg-kollegia.ru

Отдел рекламы:

Тел. (812) 495-61-35
Факс (812) 495-61-34
E-mail: mv@grand-spb.ru, reklama@berg-kollegia.ru
www.berg-kollegia.ru

ДАТЧИКИ СДВ – РОССИЙСКИЙ ПРОДУКТ, С НЕМЕЦКИМ КАЧЕСТВОМ И ПО «КИТАЙСКОЙ» ЦЕНЕ

НПК ВИП

В современных экономических условиях все больше раздается голосов различных «экспертов» о нерентабельности производства в Российской Федерации и о неизбежной капитуляции перед китайскими производителями. На рынке КИПиА все больше появляется «российских» производителей, в лучшем случае осуществляющих отверточную сборку приборов из китайских комплектующих и поставляющих их под видом отечественной продукции.

Тем не менее, опыт ЗАО «НПК ВИП» - лидера на рынке РФ в области производства чувствительных элементов (сенсоров) для датчиков давления - показывает, что и в России делать продукт и дешевле и качественнее вполне реально. Постоянная работа над внедрением инноваций в технологических и управленческих процессах, отлаженная система логистики, контроль и работа над повышением качества выпускаемой продукции, позволяет нам оптимизировать производство под потребности нашего потребителя, снижать себестоимость продукции, с одновременным повышением производительности труда. Результат – ежегодное, в течении последних трех, лет удвоение объема производства датчиков давления. Не смотря на кризисные мировые явления, особенно жестко проявившиеся в экономике РФ, этого результата мы достигнем и 2009 году.

Предприятие «НПК ВИП» было образовано в 1994 году. Первые образцы продукции были разработаны и изготовлены для систем управления и безопасности на железнодорожном транспорте. С 1998 года начато серийное производство тензопреобразователей давления и силы, на основе КНС структур на базе которых ведущие отечественные приборостроители выпускают широкую линейку датчиков давления («Сапфир», «Метран», «Элемер»). В течении всего времени существования нашего предприятия, мы ведем процесс НИР и ОКР, направленный на совершенствование текущих технологий и разработку новых. Результатом данных работ стало освоение производства сенсоров на основе ПНК структур, не имеющих аналогов в мире. При существенно более низ-

кой цене, данные сенсора обладают высокими метрологическими характеристиками, что позволяет их использовать при изготовлении образцовых средств измерений использующихся при поверке датчиков давления. На основе данных сенсоров ЗАО «НПК ВИП» разрабатывает и изготавливает датчики, которые не уступают по своим характеристикам современным аналогам ведущих иностранных фирм, превосходит их по функциональным возможностям, обладает высокой надежностью в эксплуатации, имеет существенно более низкую цену.

Параллельно с разработкой новых чувствительных элементов для датчиков идет постоянный процесс совершенствования электроники датчиков, результатом конструкторской работы стал уход от классической аналоговой схемы к микропроцессорной. В таблице 1 приведена сравнительная характеристика датчиков давления с аналоговой электроникой в которых коррекция погрешностей метрологических характеристик датчика осуществлялась за счет параметров чувствительного элемента и датчиков СДВ-D, в которых коррекция всех погрешностей производится встроенным микропроцессором. Из таблицы видно что датчики СДВ-D по сути являются промежуточным «эволюционным» звеном между аналоговыми датчиками и интеллектуальными датчиками с цифровыми интерфейсами нового поколения.

Таблица №1

Основные характеристики датчиков	Аналоговые датчики (выпуск завершен) СДВ-А	Аналоговые датчики с цифровой обработкой сигнала СДВ-D	Цифровые датчики СДВ
Выходной сигнал	4-20 мА	4-20 мА; 0,4-4В; 0,4-2В (энергосберегающий);	RS-485; 1-Wire
Коррекция погрешностей	Аналоговая, характеристиками сенсора	Цифровая, с учетом индивидуальных особенностей сенсора	Цифровая, с учетом индивидуальных особенностей сенсора

Основные характеристики датчиков	Аналоговые датчики (выпуск завершен) СДВ-А	Аналоговые датчики с цифровой обработкой сигнала СДВ-D	Цифровые датчики СДВ
Метрологические характеристики	0,25 % ВПИ (наличие дополнительной температурной погрешности)	0,15 % ВПИ (исполнение без дополнительной температурной погрешности)	0,1 % ВПИ (исполнение без дополнительной температурной погрешности)
Межповерочный интервал ,	2	4	4
Определенные динамические характеристики	Нерегулируемые, определяются конструкцией	Регулируемые, задается на этапе заводской настройки	Регулируемое время демпфирования
Минимизация влияния внешних факторов (температуры, угла наклона, и т.п.)	Зачастую влияние сказывается существенно	Уменьшено влияние эксплуатационных факторов	Уменьшено влияние эксплуатационных факторов
Интеграция в современные АСУТП	Ограниченная	Ограниченная	Широкая
Самодиагностика	Отсутствует	Коммуникатором	Постоянная
Оперативная информация о состоянии прибора	На уровне 0/1	На уровне 0/1, оперативный контроль работоспособности коммуникатором	Комплекс функциональных сообщений

Основные характеристики датчиков	Аналоговые датчики (выпуск завершен) СДВ-А	Аналоговые датчики с цифровой обработкой сигнала СДВ-D	Цифровые датчики СДВ
Доступ к параметрам прибора	Отсутствует	Доступны значения переменных, единицы и диапазон измерений, индивидуальные параметры прибора, с помощью коммуникатора	Доступны значения переменных, единицы и диапазон измерений, индивидуальные параметры прибора, через цифровой интерфейс
Удаленная настройка и конфигурирование	Отсутствует	Отсутствует	Возможна
Возможность подключения на одной паре проводов нескольких приборов	Отсутствует	Отсутствует	Возможно до 64 приборов
Удобство обслуживания	Неудобно, требует вскрытия датчика, наличие контрольно-измерительной аппаратуры	Среднее, контрольно-измерительная аппаратура и средства настройки объединены в коммуникаторе	Связь с приборами из любой точки информационной шины
Возможность передачи информации о температуре измеряемой среды	нет	нет	есть
Автоматизация поверки	Невозможна	Возможна	Возможна

Основные технические характеристики общепромышленных датчиков давления СДВ приведены в таблице №2.

Учитывая специфику условий эксплуатации на объектах ЖКХ, требований нормативных документов, возможностей и оснащенности технологического персонала, нами был разработан и запущен в серийное производство трех - диапазонный датчик избыточного давления СДВ-КОММУНАЛЕЦ. Технологичность изготовления, применение облегченных конструкционных материалов, многократный контроль качества на всех этапах производства позволяет позиционировать его на рынке как самый недорогой и надежный датчик давления на рынке РФ. Датчик СДВ-КОММУНАЛЕЦ имеет следующие технические характеристики:

1. Диапазон измеряемого давления:
1,0 – 1,6 – 2,5\ 0,6 – 1,0 – 1,6 МПа (выбор диапазонов коммуникатором)
2. Выходной сигнал: 4-20мА
3. Основная погрешность: 0,5%
4. Дополнительная температурная на каждые 10 С: 0,15%
5. Перегрузочная способность: 300%
6. Температура окружающей среды:
-20+80 С
7. Температура измеряемой среды:
-20+125 С
8. Межповерочный интервал: 4 года



На предприятиях ЖКХ успешно эксплуатируется погружной гидростатический уровнемер СДВ-Г (рис. 1) с степенью защиты IP 68. С помощью данного прибора можно оперативно, без больших капитальных вложений обеспечить контроль уровня жидкости в открытых резервуарах. Унификация данного датчика с общепромышленным датчиком СДВ-И позволяет использовать его для измерения избыточного давления в напорных трубопроводах в затопляемых колодцах, без применения дополнительных импульсных линий или защитных устройств (рис.2)

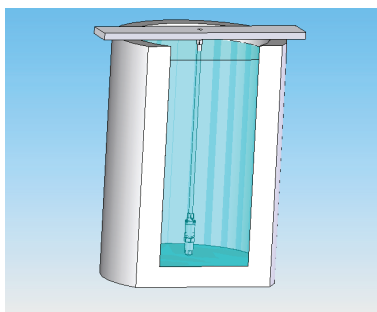


Рис. 1 Схема установки гидростатического уровнемера СДВ-Г в открытом резервуаре

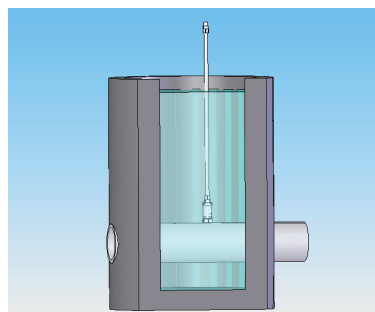


Рис. 2. Схема установки преобразователя давления СДВ на напорном трубопроводе в затопляемом колодце

Все датчики СДВ могут комплектоваться индикатором коммуникатором ИК 4-20 для измерения тока преобразователей с унифицированным токовым сигналом 4-20 мА с индикацией полученного значения в единицах входного параметра.

ИК 4-20 предназначен:

- для измерения тока преобразователей с унифицированным токовым сигналом 4-20 мА с индикацией полученного значения в единицах входного параметра;
- индикации выходного сигнала преобразователей в процентах от диапазона 4-20 мА;
- коррекции начального сигнала и диапазона изменения выходного сигнала преобразователей давления СДВ с цифровой обработкой сигнала;
- переключения верхних пределов измерения многопредельных преобразователей давления СДВ.



«Датчики СДВ – российский продукт»

- (для исполнения 01) сигнализации выхода (релейный контакт) измеряемого параметра за установленные границы, данная функция предназначена для использования ИК 4-20 в комплекте с датчиком СДВ в системах управления технологическими процессами.



Преобразователь давления СДВ-КОММУНАЛЕЦ

- многопредельный 1,6-1,0-0,6 МПа
2,5-1,6-1,0 МПа
- перегрузочная способность – 300% (7,5 МПа) от ВПИ
- выходной сигнал – 4-20 мА
- основная погрешность – 0,5%
- температура измеряемой среды – -20°C ÷ 125°C



НПК ВИП

www.zaovip.ru
info@zaovip.ru
(343) 380-51-56
(343) 380-51-57
620142, Екатеринбург,
ул. Мамина-Сибиряка, 145, а/я 5

Сделано в РОССИИ!



Межповерочный интервал
4 ГОДА!

Антикризисная
цена

ПРЕОБРАЗОВАТЕЛИ И ДАТЧИКИ ДАВЛЕНИЯ МИДА

Тимошкин В. В., Стучебников В. М.

Промышленная группа МИДА на протяжении 18 лет занимается разработкой и производством модулей, преобразователей и датчиков давления, а также блоков питания, барьеров искрозащиты и другой аппаратуры для общепромышленного и специального применения. Ассортимент изготавливаемых предприятием преобразователей и датчиков давления может быть использован в любой отрасли промышленности, где давление является параметром, который необходимо контролировать и измерять: приборостроение, нефтяная, газовая, химическая, авиастроение, энергетика.

Для коммерческого учета энергоресурсов выпускается несколько моделей датчиков и преобразователей давления. В системах контроля и учета теплоносителей от датчиков обычно требуется надежность и низкая, даже в ущерб точности, цена. Этим требованиям соответствует датчик МИДА-ДИ-13П-М имеющий ограниченный ряд верхних пределов (0,6 ... 2,5 МПа). Выходной сигнал 4-20 мА, основная погрешность 0,5 %, суммарная не более 1 %. Температура измеряемой среды до 125 °С. В коммерческом учете газа точность приборов играет важнейшую роль, для этих целей идеально подходит высокоточный датчик давления МИДА-13П-К с суммарной погрешностью измерений не хуже 0,2 % во всем диапазоне температур от -40 до +80 °С. Для энергонезависимых систем учета предлагаются датчики с минимальным напряжением питания 3,6 В и выходным сигналом 0,4-2,0 В. Энгельское производственное объединение Сигнал в составе блока коррекции объема газа использует преобразователь давления МИДА-ПА-51 (Рис 1) с точностью (суммарной нелинейностью, вариацией и повторяемостью) 0,1 – 0,2 %. Сотрудничество с ЭПО Сигнал также активно развивается в сфере производства приборов для авиационной промышленности, разработаны и изготавливаются высокостабильные преобразователи абсолютного давления и разности давлений. В 2001 году положено начало сотрудничеству с компанией Эльстер-Газэлектроника, признанным лидером на рынке

оборудования для коммерческого учета газа. Для выпускаемых компанией комплексов были разработаны преобразователь и датчики абсолютного давления (Рис 2) и разности давлений, которые успешно используются в составе корректора объема газа ЕК-260. Для новых модификаций корректоров готовы к производству и разрабатываются новые модели приборов.



Рис. 1

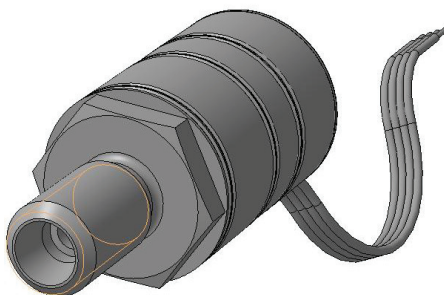


Рис. 2

В 2008 году запущена в серийное производство новая продукция с торговой маркой МИДА – малогабаритные модули абсолютного МИДА-МА-58 (Рис 3) и избыточного МИДА-МИ-93 (Рис 4) давления, которые сразу нашли своих потребителей, одним из таких заказчиков является ЗАО «ДАЙМЕТ» г. Тюмень, производитель счетчиков газа ДУМЕТИС. Малогабаритный датчик разности давлений (Рис 5) – последняя разработка ПГ МИДА для контроля

изменения перепада давления на турбинных и ротационных счетчиках, а также фильтрах газа; датчик будет выпускаться как с цифровым, так и с аналоговым выходным сигналом на перепады 10, 20, 40 кПа и классом точности 0,25 % при статическом давлении до 1,6 МПа. Серийное производство прибора планируется в 1-м квартале 2010 года.

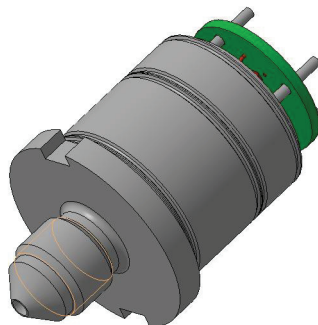


Рис. 3

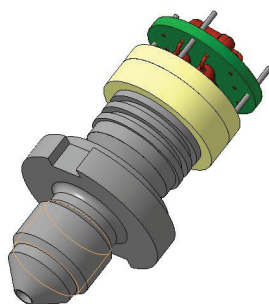


Рис. 4

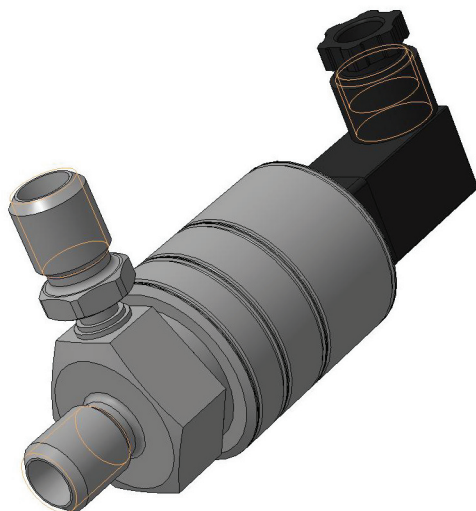


Рис. 5

Кроме серийно выпускаемых приборов, представленных в каталоге и на официальном сайте, ПГ МИДА разрабатывает и производит оборудование по техническим заданиям потребителей. Наличие высококлассных специалистов и большой опыт позволяет предприятию, помогать нашим заказчикам эффективно решать сложные и нестандартные задачи, связанные с измерением давления. Не раз такое сотрудничество способствовало появлению приборов, не имеющих аналогов на рынке, а конструктивные и технологические решения в дальнейшем используются в производстве серийных приборов. В 2004 году на ОАО АВТОВАЗ из-за постоянных выходов из строя преобразователей давления в покрасочных камерах увеличивался расход краски, и ухудшалось качество окраски. Швейцарская компания, поставщик оборудования, предлагала только замену преобразователей совместно с блоком управления и оценивала данную процедуру в несколько тысяч евро. Для заказчика это было неприемлемо, и перед научно-техническим центром автопроизводителя была поставлена задача решить проблему постоянных сбоев в технологическом процессе и не оплачи-

вать замену исправного блока управления. НТЦ обратился к нам с просьбой поставить или подобрать аналог преобразователей. Имея в наличии неисправный исходный преобразователь и вторичный прибор, специалистам нашего предприятия удалось в кратчайшие сроки изготовить аналогичный преобразователь. После успешных испытаний у заказчика была изготовлена партия преобразователей взамен вышедших из строя, за 5 лет эксплуатации не зафиксировано выходов из строя и нареканий на работу этих приборов.

Одним из подтверждений высоких метрологических характеристик приборов МИДА является их применение в калибраторах давления как отечественных (ЗАО Наука и серийный выпуск, ЗАО ПГ Метран) так и зарубежных производителей. По результатам испытаний в 2008 году достигнута договоренность с компанией, мировым лидером в области разработки и производства первичных эталонов и калибраторов давления, DH-Budenberg о поставках преобразователей давления МИДА с погрешностью (вариация и повторяемость) 0,01%. В настоящее время эта компания начала производство полевых калибраторов давления на основе наших преобразователей.

Значительно упрочились позиции ПГ МИДА в странах Азии, в частности Китая, Индии и Южной Кореи. За последние 3 года преобразователи МИДА выиграли все тендеры, проводимые правительством Индии для нужд авиационной промышленности, несмотря на жесткую конкуренцию со стороны наших зарубежных коллег, известных компаний в области производства датчиков и преобразователей давления; при этом важными критериями при определении победителя тендера являлись метрологические характеристики и срок службы приборов.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:

Тимошкин Владимир Владимирович – начальник отдела маркетинга ЗАО «МНС»

Стучебников Владимир Михайлович – д.т.н., профессор, генеральный директор ЗАО «МИДАУС»

E-mail: tvv@midaus.com, info@midaus.com www.midaus.com

т/ф (8422) 36-03-78, 36-03-79

МЕТРОЛОГИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ИЗМЕРЕНИЙ РАСХОДА И ОБЪЕМА ВОДЫ В ГУП «ВОДОКАНАЛ САНКТ-ПЕТЕРБУРГА»

**Пирумов Р. А., Филиповская Н. В., Зайцев А. П.,
Романова Н. Л., Симахин В. М.**

Важнейшим фактором обеспечения достоверности измерений в системе учета количества воды в ГУП «Водоканал Санкт-Петербурга» является метрологическое обеспечение измерений расхода и объема воды.

Метрологическое обеспечение измерений расхода и объема воды состоит из нормативно-правовых и технических мероприятий, включающих:

- разработку или актуализацию нормативно-правовых документов,
- создание и совершенствование узлов учета воды,
- совершенствование эталонной базы по калибровке и поверке расходомеров-счетчиков,
- метрологический контроль и надзор за состоянием и эксплуатацией расходомеров-счетчиков в системах водоснабжения и водоотведения Санкт-Петербурга, метрологическая экспертиза проектов узлов учета воды

подготовку квалифицированных инженеров-метрологов в области измерений расхода и объема воды.

1. Разработка и актуализация нормативно-правовой базы системы измерений расхода и объема воды.

Нормативный документ «Нормы точности результатов измерений количества воды, забираемой из водных объектов, сбрасываемой в водные объекты и подаваемой в город водопроводными станциями» разработан в ГУП «Водоканал Санкт-Петербурга» для обеспечения адекватного информационного обмена и учета объемов воды 1 и 2 подъемов водопроводных станций, повысительных насосных станций, в точках передачи воды между филиалами, а также для учета сброшенных сточных вод.

«Нормы точности» применяются при:

- организации системы учета в подразделениях ГУП «Водоканал Санкт-Петербурга»;
- проектировании узлов учета;
- переводе результатов измерения в результаты учета;
- организации системы учета;
- составлении отчетных документов по объемам воды между подразделениями ГУП «Водоканал Санкт-Петербурга»;
- составлении локальных и общих балансов подразделений.

Нормативный документ «Нормы точности» инициирован тем, что в отчетных документах часто отсутствует различие между следующими понятиями:

- погрешность **прибора** (инструментальная погрешность, указанная в паспорте прибора для стендовых условий проверки);
- погрешность **узла** (результата измерения) или погрешность прибора в условиях эксплуатации:

Так, например, для узла учета питьевой воды:

$$\delta = \sqrt{\delta_{осн}^2 + \delta_{доп}^2 + \delta_{ФАЗН}^2 + \delta_{НЕСТАЦ}^2 + (\delta''_{осн})^2 + \delta_{НЕСФОРМ}^2 + \delta_{ИК}^2} \quad (1)$$

где δ - погрешность результата измерений,

$\delta_{осн}$ - основная погрешность средства измерений, нормируемая в технической документации,

$\delta_{доп}$ - дополнительная погрешность средства измерений, нормируемая в технической документации,

$\delta''_{осн}$ - погрешность определения площади поперечного сечения потока,

$\delta_{ФАЗН}$, $\delta_{НЕСТАЦ}$, $\delta_{НЕСФОРМ}$ - погрешность от наличия в потоке воздушных включений, погрешность, вызванная нестационарностью потока, погрешность, возникающая из-за несформированности потока, обусловленной отложениями и шероховатостью трубы, а также асимметрией поперечного сечения водовода - составляющие

погрешности узла учета, ненормируемые в технической документации на прибор и зависящие от условий эксплуатации,

$\delta_{ик}$ - погрешность линии измерительного канала.

Между ГУП «Водоканал Санкт-Петербурга» и Невско-Ладожским БВУ, были приняты «Нормы точности результатов измерений количества воды, забираемой из водных объектов и сбрасываемой в водные объекты предприятиями ГУП «Водоканал Санкт-Петербурга»:

1. для учета воды, забираемой из водных источников - $\pm 3,0$ %.
2. для учета воды, сбрасываемой предприятиями ГУП «Водоканал Санкт-Петербурга» в водные источники - $\pm 5,0$ %.

На основании обработки большого количества измерений расхода и объема воды, проведенных специалистами-метрологами с помощью переносных расходомеров-счетчиков на водоводах города, в была установлена норма точности для узлов учета воды, подаваемой в систему водоснабжения города. Эта погрешность не должна превышать $\pm 3,0$ %.

Установление норм точности позволяет осуществлять приемку узлов учета не по качеству строительно-монтажных работ, а по погрешности результата измерений.

Для обеспечения достоверных измерений расхода и объема воды в настоящее время в ГУП «Водоканал Санкт-Петербурга» разрабатываются стандарты организации:

- по организации системы учета воды,
- по порядку проведения поверки (калибровки) средств измерений, аттестации испытательного оборудования, а также проверки устройств, входящих в состав систем измерения и контроля
- по правилам ведомственного метрологического контроля и надзора за средствами измерений и соблюдением метрологических норм и правил в подразделениях ГУП «Водоканал Санкт-Петербурга».

В ГУП «Водоканал Санкт-Петербурга» разработаны альбомы типовых конструкций водомерных узлов, включающих схемы

установки счетчиков воды с Ду 15 - 200 мм в водомерных узлах на вводах диаметром 50 - 200 мм, схемы установки счетчиков в водомерных узлах на внутренних водопроводных сетях объектов, схемы установки счетчиков воды на пожарно-резервных линиях. Эти схемы позволяют облегчить абонентам монтаж узлов учета питьевой воды на базе механических водосчетчиков с соблюдением всех требований к эксплуатации прибора. В соответствии с этими же схемами организованы все узлы учета в муниципальном жилищном фонде Санкт-Петербурга.

К нормативным документам, также необходимо отнести разработанную «Методику расчета фактических объемов воды, измеренных расходомерами-счетчиками в системе водопроводно-канализационного хозяйства Санкт-Петербурга», применяемую для обработки результатов измерений объемов воды расходомерами как в подразделениях ГУП «Водоканал Санкт-Петербурга», так и у абонентов [1].

Основное положение Методики - необходимость расчета объемов воды, неучтенных приборами, имеющими электропитание - предлагается для внесения в новые редакции Правил № 307 «О порядке предоставления коммунальных услуг гражданам» и «Правил пользования системами коммунального водоснабжения и канализации в российской Федерации» № 167.

2. Создание и совершенствование узлов учета воды.

При создании современных узлов измерения расхода и объема воды необходимо учитывать, что в настоящее время появились новые разработки как в области измерительной и вычислительной техники, так и в области новых технологий по изготовлению элементов узлов учета. Так, например, для узлов учета питьевой воды в ГУП «Водоканал Санкт-Петербурга» разработаны пластиковые узлы учета, основными отличиями которых является использование пластиковых (полипропиленовых) комплектующих элементов, вместо стальных элементов узлов учета.

Применение электромагнитных расходомеров-счетчиков в составе узлов учета, взамен механических водосчетчиков, позволит создать автоматизированную систему снятия, передачи, обработки

данных с приборов учета, выставления счетов за потребленную воду.

Применение 2-хлучевых ультразвуковых расходомеров-счетчиков для установки в узлы учета на водоводах больших диаметров позволит уменьшить погрешность измерения расхода и объема воды.

Перед началом создания узла учета необходимо проведение предпроектных обследований в точке планируемого узла учета с целью исключения тех условий эксплуатации расходомера-счетчика, при которых возникают из формулы (1):

- погрешность от наличия в потоке воздушных включений,
- погрешность, вызванная нестационарностью потока,
- погрешность, возникающая из-за несформированности потока, обусловленной отложениями и шероховатостью трубы, а также асимметрией поперечного сечения водовода.

В процессе проведения предпроектных обследований определяются:

- наличие воздуха в трубопроводе
- наличие обратного потока
- диапазон скоростей потока
- асимметрия потока в трубопроводе
- расход воды

3. Совершенствование эталонной базы по калибровке и поверке расходомеров-счетчиков.

В настоящее время в ГУП «Водоканал Санкт-Петербурга» имеются стационарные объемные и весовые поверочные проливные стенды, позволяющие калибровать и поверять все основные типы существующих приборов учета воды. Эти же стенды позволяют проводить исследования новых разработок в области измерения расхода и объема воды. Требованием современности является необходимость калибровки расходомеров-счетчиков и водосчетчиков на месте эксплуатации, поэтому одной из задач, стоящих перед метрологическими подразделениями ГУП «Водоканал Санкт-Петербурга», является создание передвижных калибровочных

бригад, оснащенных мобильными расходомерами-счетчиками, а также применение сертифицированных верификаторов, позволяющих производить контроль метрологических характеристик электромагнитных расходомеров-счетчиков на месте их эксплуатации.

Для метрологического обеспечения измерений расхода и объема воды в ГУП «Водоканал Санкт-Петербурга» разработан и запатентован «Способ градуировки и поверки счетчиков и расходомеров жидкости». Изобретение было использовано для метрологического обеспечения многоканального расходомера-счетчика (PCM), первичные преобразователи которого установлены на водоводах большого (до 1000 мм) диаметра одной из водопроводных станций. Методика поверки PCM в условиях эксплуатации на основании указанного изобретения утверждена ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева».

4. Метрологический контроль и надзор за состоянием и эксплуатацией расходомеров-счетчиков в системах водоснабжения и водоотведения Санкт-Петербурга, метрологическая экспертиза проектов узлов учета воды

Достоверные измерения - это измерения поверенными средствами измерений при соответствии условий их эксплуатации - нормативной документации на прибор.

В рамках ведомственного регулирования обеспечения единства измерений метрологические подразделения ГУП «Водоканал Санкт-Петербурга» осуществляют метрологический контроль и надзор:

- за состоянием и применением средств измерений расхода, скорости потока, объема и систем на их основе, эксплуатируемых производственными структурами Предприятия путем организации метрологического обслуживания (технического обслуживания, ремонта, калибровки и организация поверки) средств измерений, находящихся в эксплуатации.
- за соблюдением метрологических норм и правил государственной системы обеспечения единства измерений в ГУП «Водоканал Санкт-Петербурга» путем разработки ведомственных методик выполнения измерений и методик кали-

бровки средств измерений с использованием эталонов единиц величин. Методики разрабатываются для средств измерений, применяемых в составе технологических узлов учета воды, не подпадающих под Закон 102-РФ от 26.06.2008 г.

Для обеспечения достоверных измерений расхода и объема воды проводятся:

- метрологическая экспертиза Технических заданий и проектов разработки измерительных узлов.
- обработка результатов измерений расхода и объема питьевой, технической и сточной воды в ГУП «Водоканал Санкт-Петербурга»[1].

Организация и проведение метрологической экспертизы проектов измерительных узлов является инструментом, не допускающим работ с неизвестным результатом измерений, например, установку расходомера в условиях кавитирующего потока, установку приборов за насосом или в существующие водоводы с отложениями на внутренних стенках. При этом спроектировать узел учета таким образом, чтобы исключить дополнительные погрешности узла учета из формулы (1) на основании данных предпроектного обследования - задача проектирующей организации. В том случае, если в указанной точке устранение дополнительных погрешностей невозможно, эту точку необходимо перенести, для обеспечения достоверных измерений.

Метрологическая экспертиза на этапе проектирования способствует тому, что результат измерения, полученный на конкретном смонтированном узле учета, будет получен в соответствии с установленными в ГУП «Водоканал Санкт-Петербурга» «Нормами точности».

5. Подготовка квалифицированных инженеров-метрологов в области измерений расхода и объема воды.

Современные расходомеры-счетчики с вычислителями предполагают владение определенными навыками при их эксплуатации и обслуживании:

- знание прикладной метрологии в области измерений расхода и объема воды

- знание принципов действия существующих в ГУП «Водоканал Санкт-Петербурга» и его абонентов приборов учета,
- умение работать с нормативной документацией
- умение снять с немеханических расходомеров-счетчиков не только контрольные показания по объему воды, но и информацию по установочным данным, нестандартным ситуациям, и др.

Поэтому, в ГУП «Водоканал Санкт-Петербурга» на базе метрологических подразделений в филиалах Предприятия и на базе подрядной организации, специализирующейся на измерении расхода и объема воды не только в ГУП «Водоканал Санкт-Петербурга», но и у его абонентов, обучаются молодые специалисты, имеющие высшее техническое образование и проявляющие интерес к измерительной и вычислительной технике.

Выводы

Успешное решение всех этих задач позволяет достоверно измерять расход и объем воды на всех этапах производства питьевой воды и сброса сточных вод и, как следствие, свести водный баланс с минимальной погрешностью, а также оценить эффективность деятельности технологических подразделений ГУП «Водоканал Санкт-Петербурга» и оптимизировать размеры и места инвестиционных вложений.

ЛИТЕРАТУРА:

1. А. П. Зайцев, Н. Л. Романова, В. М. Симахин, Н. В. Филиповская. Определение объемов фактического водопотребления и водоотведения средствами измерения //М., ж-л «Водоснабжение и санитарная техника», №1, 2006 – С. 33-38.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

ГУП «Водоканал Санкт-Петербурга», 191015, Санкт-Петербург, ул. Кавалергардская, д. 42:

Пирумов Роберт Ашотович - руководитель направления метрологии - главный метролог, тел. 717-65-27,

e-mail: Pirumov_RA@vodokanal.spb.ru;

Филиповская Наталия Владимировна - главный специалист
направления метрологии, тел. 717-26-51,

e-mail: Filipovskaya_NV@vodokanal.spb.ru;

ЗАО «Водоканал - Центр измерений», 195009, Санкт-Петербург, ул. Комсомола, 19.

Зайцев Алексей Павлович - начальник управления метрологии, тел. 541-14-65,

e-mail: Zaicev_AP@vodokanal.spb.ru

Романова Наталья Львовна - начальник отдела метрологии и водного баланса тел. 541-14-65,

e-mail: Romanova_NL@vodokanal.spb.ru

Симахин Виктор Михайлович - к.т.н. тел. 355-97-87

ОБ ОПЫТЕ ВНЕДРЕНИЯ КОМПЛЕКСНЫХ АСКУ ЭНЕРГИИ В ТЕПЛОСНАБЖЕНИИ Г. ВЫБОРГА

Тихонов В. А., Никитин П. Б.

С начала 1990 годов в ОАО «Выборгтеплоэнерго» на базе приборов ЗАО НПФ ЛОГИКА и программного комплекса СПСеть® ведутся работы по автоматизации технологического процесса выработки и отпуска тепловой энергии. Монтаж приборов учета энергоресурсов в г. Выборге осуществляет корпоративная структура ЗАО НПФ ЛОГИКА – фирма «Теплоэнергомонтаж».

Приборы, выпускаемые фирмой ЛОГИКА, позволяют создавать системы контроля и учета различного уровня сложности. На выборгском ОАО «Выборгтеплоэнерго» уже более 10 лет успешно функционируют узлы учета тепловой энергии, газа и пара на базе данных приборов.

Внедрение автоматизированной системы энергоучета в котельных позволило решить следующие задачи:

- повышение КПД котельных;
- снижение непроизводственных потерь в тепловой сети;
- уменьшение потерь энергии на собственные нужды;
- обеспечение анализа работы технологического оборудования;
- сокращения парка вторичных приборов и как следствие – экономия средств на их ремонт и поверку;
- повышение оперативности в выявлении и устранении нештатных ситуаций;
- получение фактической информации для разрешения спорных ситуаций.

Организация систем учета на основе технических средств фирмы ЛОГИКА осуществляется с помощью многоканальных приборов учета, специализированных по видам энергии и энергоносителей:

- тепловая энергия;
- природный газ;

-
- технические газы;
 - электроэнергия.

Автоматизированная система учета на предприятии «Выборг-теплоэнерго» построена на базе тепловычислителей и корректоров четвертого поколения СПТ961 и СПГ761. Каждый прибор фирмы ЛОГИКА имеет интерфейс ввода-вывода данных и системный интерфейс. Интерфейс ввода-вывода предназначен для непосредственного подключения компьютера или модема. Системный интерфейс обеспечивает объединение приборов в единую информационную сеть. Доступ к параметрам приборов осуществляется с помощью единого аппаратного и программного протокола СПСеть®. Данная система позволяет осуществлять постоянный мониторинг параметров в системах теплоснабжения, анализировать режимы расходования и производства энергоресурсов, прогнозировать аварийные ситуации, контролировать действия оперативного персонала в случае нештатных ситуаций. Передача данных происходит по цифровым каналам сотовой связи стандарта GSM, что обеспечивает дополнительное преимущество – возможность удаленного доступа к узлам учета. Это, в свою очередь, исключает необходимость ежедневного обхода удаленных модульных котельных обслуживающим персоналом (рис. 1).

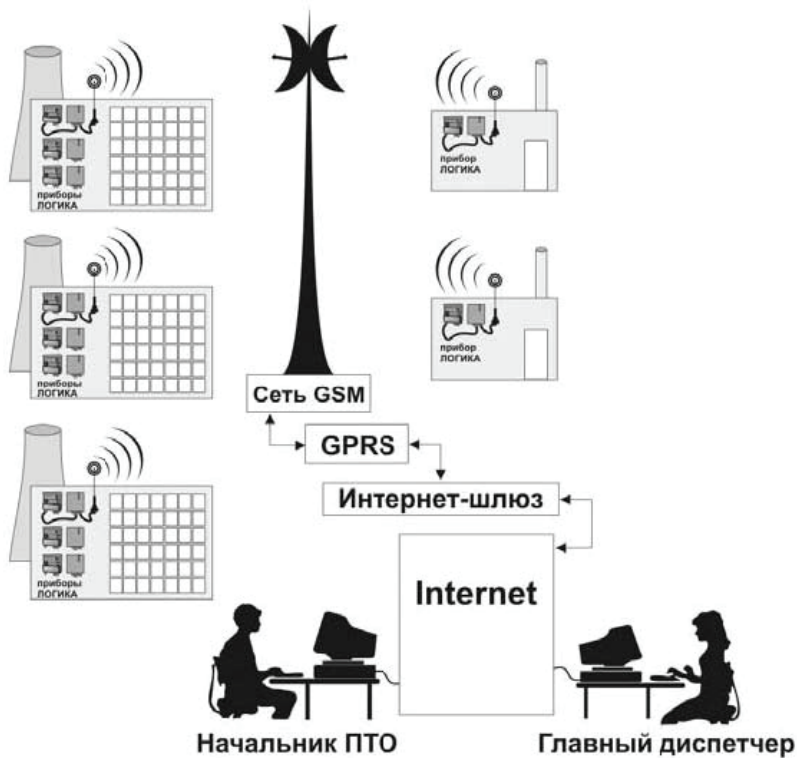


Рисунок 1.

На пульт оператора в режиме реального времени выводится 22 параметра, контролирующих технологический режим работы котельной, которые архивируются в базе данных сервера. Для чтения архивов на интерфейсном окне программы предусмотрены соответствующие закладки (часовые, суточные, месячные). После выбора типа архивных значений оператор указывает необходимый период времени, после чего происходит передача данных с приборов и отображение отчета в виде таблиц и графиков установленной формы (рис. 2). Графики отображают динамику изменения оперативных и архивных параметров во времени. В ходе отображения оперативных параметров под каждым графиком отображается последнее считанное значение параметра и единица его измерения. При выходе из программы все настройки отображения графиков

сохраняются и восстанавливаются после запуска программы, которая помимо прочего предоставляет возможность экспорта полученных архивных значений для последующей обработки и выполнения расчетов.

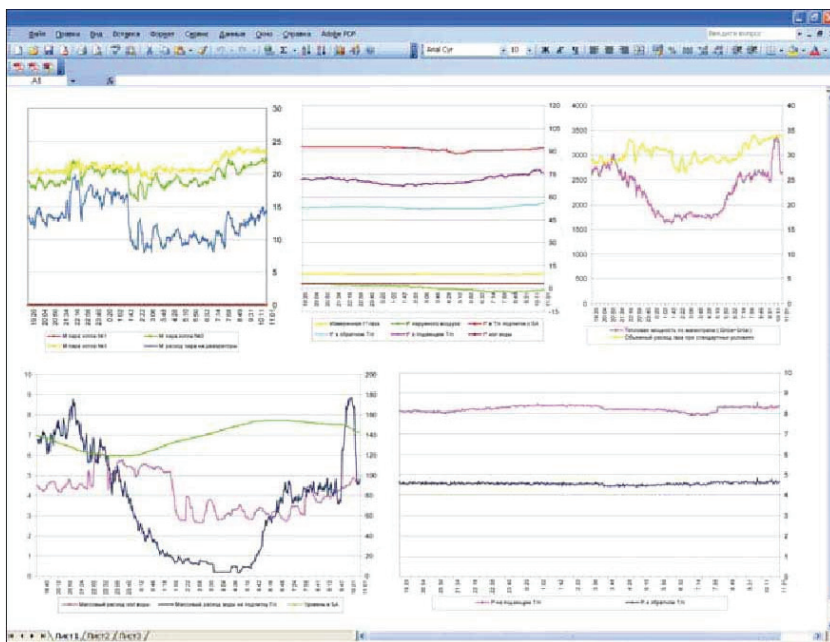


Рисунок 2

При обычном режиме работы котельной используются данные суточной архивной информации. Также возможно получение оперативной информации за конкретный промежуток времени. Такой режим мониторинга удобен при поиске участков прорыва тепловых сетей и выявления других нештатных ситуаций.

Следует отметить, что программный комплекс СПСеть® не требует установки дополнительного дорогостоящего оборудования. Система автоматизированного учета энергии работает в комплексе с IBM-совместимыми компьютерами, экономичными по стоимости и оптимальными по техническим характеристикам, которые предусматривают возможное расширение системы на осно-

ве использования однотипного оборудования и программного обеспечения.

Таким образом, система автоматизированного коммерческого учета энергии, созданная на источниках теплоснабжения города, в полной мере удовлетворяет первостепенным задачам ОАО «Выборгтеплоэнерго». Данные, получаемые с помощью этой системы, используются в том числе для принятия и реализации эффективных управленческих решений по вопросам присоединения к сетям новых потребителей и оптимизации работы объектов теплоснабжения города.

Работы в данном направлении продолжаются и сегодня. В настоящее время специалисты ОАО «Выборгтеплоэнерго» работают над усовершенствованием автоматизированной системы учета. В частности, на предприятии разрабатывается специальная компьютерная программа, способная прогнозировать возможные аварии. Программа предназначена для сопоставления оперативных показаний с архивными данными за определенный промежуток времени в прошлом и определения предельного значения для конкретных параметров измерения. При превышении каким-либо параметром установленного значения система сообщает оператору, через какое время уровень данного параметра может достигнуть аварийных пределов. В результате внедрения такой программы возможности визуализации контролируемых процессов в работе котельных перейдут на качественно новый уровень.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

В. А. Тихонов, главный инженер АО «Выборгтеплоэнерго»,

П. Б. Никитин, генеральный директор ЗАО «Теплоэнерго-монтаж»

Санкт-Петербург

Тел./факс: (812) 495-95-91,

495-95-98,

e-mail: logika@tem.spb.ru

НОВЫЕ ТЕРМОМЕТРЫ ТЭМ100 И КОМПЛЕКТЫ ТЕРМОМЕТРОВ ТЭМ110

ЗАО «ТЭМ»

Специализированная корпоративная структура фирмы ЛОГИКА (ЗАО «ТЭМ») планирует серийный выпуск новых термометров ТЭМ100 и комплектов термометров ТЭМ110.

ЗАО «ТЭМ» продолжает выпуск новой продукции в серии «ТЭМ для ЛОГИКИ». В настоящее время заканчивается подготовка производства термометров сопротивления (термометров) ТЭМ100 широкого применения и комплектов термометров ТЭМ110 для измерения разности температур теплоносителя в системах теплоснабжения.

Основное внимание при разработке технологических процессов уделено метрологическому обеспечению производства и поверки термометров и комплектов термометров.

В качестве нормативной базы, определяющей технические требования, методы испытаний и методику поверки термометров ТЭМ100, приняты ГОСТ Р 8.624-2006 и ГОСТ Р 8.625-2006, действующие с января 2008 года. Технологический контроль функции преобразования термометров осуществляется в трех точках диапазона измерений, что является основой для обеспечения гарантированных характеристик комплектов ТЭМ110.

Нормирование метрологических характеристик комплектов термометров соответствует рекомендациям Р 50.2.026-2002, а методика поверки – ГОСТ Р ЕН 1434-5-2006. Контроль характеристик осуществляется во всем диапазоне измерений температуры и во всем диапазоне измерений разности температур.

Подбор пар термометров для комплектов автоматизирован и выполняется с помощью компьютерной программы. На основании результатов измерения сопротивлений R_{0i} , R_{100i} и R_{150i} каждого i -го термометра при температуре, соответственно 0, 100 и 150 °С, путем решения системы уравнений (1), вычисляются коэффициенты A_i (3) и B_i (2) индивидуальной градуировочной характеристики каждого термометра из числа предназначенных для подбора в пары.

$$\begin{cases} R_{100i} = R_{0i} \cdot (1 + A_i \cdot 100 + B_i \cdot 100^2) \\ R_{150i} = R_{0i} \cdot (1 + A_i \cdot 150 + B_i \cdot 150^2) \end{cases} \quad (1)$$

$$B_i = \frac{R_{150i}}{7500 \cdot R_{0i}} - 0,0002 \cdot \frac{R_{100i}}{R_{0i}} + \frac{1}{15000} \quad (2)$$

$$A_i = 0,01 \cdot \frac{R_{100i}}{R_{0i}} - 100 \cdot B_i - 0,01 \quad (3)$$

Для каждого термометра определяется значение сопротивления R_{ik} по индивидуальной характеристике (4), значение температуры t_{ik} по номинальной характеристике (5) и отклонение Δt_{ik} этой температуры от номинального значения t_{nk} (6) в каждой k -ой контрольной точке, взятой с шагом 3 °С, в диапазоне температур от 0 до 150 °С.

$$R_{ik} = R_{0i} \cdot (1 + A_i \cdot t_k + B_i \cdot t_k^2) \quad (4)$$

$$t_{ik} = \frac{\sqrt{A^2 - 4 \cdot B \cdot (1 - R_{ik}/R_0)} - A}{2 \cdot B} \quad (5)$$

$$\Delta t_{ik} = t_{ik} - t_{nk} \quad (6)$$

Далее термометры подбираются в пары путем анализа массивов значений Δt_{ik} так, чтобы для каждого m -го значения первого из сравниваемых термометров Δt_{1m} и каждого n -го значения второго из сравниваемых термометров Δt_{2n} ($m \in k, n \in k, m \neq n$) выполнялся критерий (7) или (8), в зависимости от требований, предъявляемых к метрологическим характеристикам комплекта

$$|\Delta t_{1m} - \Delta t_{2n}| \leq 0,05 + 0,001 \cdot |t_{nm} - t_{nn}| \quad (7)$$

$$|\Delta t_{1m} - \Delta t_{2n}| \leq 0,1 + 0,002 \cdot |t_{nm} - t_{nn}| \quad (8)$$

Основные технические характеристики изделий

- Термометры ТЭМ-100 предназначены для измерения температуры жидких и газообразных сред в диапазоне от минус 50 до 190 °С. Термометры соответствуют Р 8.624-2006 и ГОСТ Р 8.625-2006.
- Комплекты термометров ТЭМ-110 предназначены для измерения разности температур теплоносителя в системах теплоснабжения в диапазоне от 3 до 145 °С. Комплекты состоят из двух термометров ТЭМ-100.
- Диаметр монтажной части – 6 мм, длина – от 50 до 320 мм.
- Максимальное давление измеряемой среды – 2,5 МПа.
- Температура окружающего воздуха – от (-50) до 50 °С.
- Относительная влажность – 95 % при 35°С.
- Вибрация – амплитуда 0,35 мм, частота 5-35 Гц.
- Степень защиты от пыли и воды – IP55 по ГОСТ 14254.
- Межповерочный интервал – 4 года.
- Срок службы – 12 лет.

Классификационные параметры

Обозначение НСХ	Класс допуска по ГОСТ Р 8.625	Температурный коэффициент	Измерительный ток	Пределы погрешности комплекта, °С	
				класс 1	класс 2
Pt100	A, B	0,00385 °C ⁻¹	≤ 1 мА	$\pm(0,05+0,001 \cdot \Delta t)$	$\pm(0,1+0,002 \cdot \Delta t)$

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:

190020, Санкт-Петербург,

наб. Обводного канала, д. 150

тел./факс: (812) 325-36-37, 325-36-38, 325-37-39, 325-37-50

E-mail: komplekt@tem.spb.ru

ЗАО «ТЭМ» (владелец зарегистрированного товарного знака)

ОБ ОРГАНИЗАЦИИ ПОВЕРКИ ТЕРМОМЕТРОВ СОПРОТИВЛЕНИЯ В ЗАО «ТЭМ»

Пугина В. С., Филатова В. Ю.

Техническое обслуживание и метрологическое обеспечение порядка 3000 коммерческих узлов учета тепловой энергии – это один из основных видов деятельности группы компаний «ЛОГИКА-ТЕПЛОЭНЕРГОМОНТАЖ». В связи с этим в межотопительный сезон необходимо организовать поверку значительного количества средств измерений, в том числе и средств измерения температуры – термометров сопротивления (ТС) и комплектов термометров сопротивления (КТС). Задачу организации поверки теплотехнических средств измерения (кроме ТС) на базе ЗАО «ТЭМ» решает Отдел ремонта и калибровки, а ТС и комплекты ТС мы были вынуждены отправлять на поверку в ФГУ «ТЕСТ-С. Петербург».

Перед метрологической службой ЗАО «ТЭМ» встала задача организации лаборатории поверки термометров сопротивления для более эффективного обслуживания коммерческих узлов учета тепловой энергии и сокращения времени поверки.

После вступления в силу в январе 2008г. новых ГОСТ (ГОСТ 8.624-2006 и ГОСТ 8.625-2006), регламентирующих методику поверки и методы испытаний термометров сопротивления, рабочие места было решено организовывать уже с учетом требований указанных НД.

Было рассмотрено оборудование различных фирм-производителей, после чего выбор был сделан в пользу нулевого и парового термостатов производства ОАО «Эталон» г. Омск, эталонных термометров и автоматизированной системы поверки термопреобразователей (АСПТ) НПП «Элемер» и жидкостного термостата ООО «ИзТех».

Приобретенное метрологической службой ЗАО «ТЭМ» оборудование позволяет автоматизировать поверку и калибровку различных типов ТС и КТС, имеющих различные методики поверки.

Использование современного эталонного оборудования снижает трудозатраты и существенно сокращает сроки выполнения поверки, что особенно важно при больших объемах периодической поверки ТС и КТС в межотопительный сезон.

Наличие современного оборудования предполагает наличие высококвалифицированного персонала, это требование метрологическая служба выполняет, обучая сотрудников на курсах АСМС и различных семинарах.

Для работы мы используем АСПТ, которая позволяет подключать одновременно до 16 термометров. Процесс поверки проводится методом непосредственного сличения с эталонным термометром, при этом для каждого термостата используется индивидуальный, что позволяет избежать резких перепадов температуры эталонного термометра и увеличивает его метрологическую надежность. Поверка проводится в автоматизированном режиме с выдачей протокола, что позволяет избежать ошибок оператора. Система АСПТ позволяет проводить поверку не только одиночных термометров, но и комплектов термометров по ГОСТ Р ЕН 1434-5-2006.

В соответствии с требованиями ГОСТ 8.624-2006 метрологической службой рассчитана расширенная неопределенность измерения на оборудовании лаборатории температурных СИ для термометров с различными R_o , а для платиновых термометров – и с различными температурными коэффициентами (α). Расширенная неопределенность измерений приведена в таблице.

**РАСШИРЕННАЯ НЕОПРЕДЕЛЕННОСТЬ ИЗМЕРЕНИЯ ДЛЯ
ТЕРМОМЕТРОВ С РАЗЛИЧНЫМИ ТЕМПЕРАТУРНЫМИ
КОЭФФИЦИЕНТАМИ**

R_o , Ом		50		100			500	
Поверочные точки, °C		0	100	0	100	150	0	100
Расширенная неопределенность								
$\alpha=0,00426$ °C ⁻¹	Ом	0,0026	0,0050					
	°C	0,012	0,023					
$\alpha=0,00391$ °C ⁻¹	Ом			0,0048	0,0084		0,0406	0,0424
	°C			0,0123	0,0221		0,0203	0,0223
$\alpha=0,00385$ °C ⁻¹	Ом			0,0048	0,0082	0,0098	0,0406	0,0412
	°C			0,0123	0,0216	0,0262	0,0208	0,0222

Оснащение современным оборудованием, квалифицированным персоналом и специальными лабораториями позволило метрологической службе ЗАО «ТЭМ» аккредитоваться на право проведения калибровочных работ в РСК (Аттестат аккредитации на право проведения калибровочных работ реестровый №004040 от 10 марта 2008г., аккредитующий орган ВНИИМ им. Д.И. Менделеева).

СОСТОЯНИЕ УЧЕТА ТЕПЛОВОЙ ЭНЕРГИИ

Черноморченко С. И.

Гражданский кодекс Российской Федерации в §6 «Энергоснабжение» устанавливает, что договор энергоснабжения заключается с абонентом при наличии у него отвечающего установленным техническим требованиям энергопринимающего устройства, присоединенного к сетям энергоснабжающей организации, и другого необходимого оборудования, а также при обеспечении учета потребления энергии. Федеральный закон (№28-1996) «Об энергосбережении» в Ст.11 «Учет энергетических ресурсов» предписывает, что учет потребляемых энергетических ресурсов осуществляется в соответствии с установленными государственными стандартами и нормами точности измерений. В свою очередь Правила учета тепловой энергии и теплоносителя в разделе 5 «Основные требования к приборам учета тепловой энергии» устанавливают нормы точности для средств измерений, применяемых в узлах учета тепловой энергии. Требования к узлам учета тепловой энергии на законодательном уровне установлены, осталось выяснить, каков результат работы «живого» узла учета и насколько достоверны взаимные расчеты по этому узлу учета.

Имеем абонента крупной энергоснабжающей организации – жилой дом. Отметим, что дом не маленький, договорная нагрузка отопления почти 2 Гкал/ч, а нагрузка ГВС почти 0.5 Гкал/ч. В проектном решении, согласованном в установленном порядке с энергоснабжающей организацией, предусмотрена установка трех теплосчетчиков в трех тепловых пунктах здания. Отметим, что проектная организация имеет все необходимые разрешения, лицензии и многолетний опыт проектирования узлов учета тепловой энергии. Не будем вдаваться в подробности, какими местными условиями обусловлено решение проектной организации об установке трех теплосчетчиков вместо одного, таких проектных решений уже реализовано великое множество, и количество аналогичных проектных решений продолжает увеличиваться. К мнению немногочисленных метрологов, сомневающих в обоснованности такого решения, можно не прислушиваться по нескольким причи-

нам. Во-первых, доводы этих метрологов непонятны, во-вторых, есть мнение других метрологов, готовых поддержать любую идею если она исходит от начальства, и наконец, если бы они (метрологи) действительно были бы умными то стали бы менеджерами, и сами принимали правильные решения. К метрологическим вопросам мы еще вернемся, а сейчас рассмотрим условия, в которых теплосчетчики производят измерения.

В проектном решении измерение теплопотребления жилого дома осуществляется тремя узлами учета в трех тепловых пунктах (далее ТП) №№1, 2 и 3. Судя по результатам измерения температуры, первым по ходу теплоносителя является ТП-3, затем идет ТП-2 и в последнюю очередь теплоноситель попадает в ТП-1. По сведениям из абонентного отдела энергоснабжающей организации тепловые пункты расположены по мере удаления от источника теплоснабжения в порядке возрастания номеров, т.е. 1-2-3, как правило, нумерация тепловых пунктов возрастает по мере удаления от источника теплоснабжения, поэтому я склонен полагать, что сведения абонентного отдела больше похожи на достоверные. В любом случае мы имеем явное нарушение требований «Правил технической эксплуатации тепловых энергоустановок» в части учета собственником тепловых энергоустановок см. Приложение №1 указанных Правил. Путаница в названиях тепловых пунктов возникла потому, что абонент не ведет «Книгу учета тепловых энергоустановок организации», предусмотренную Правилами, либо проектная организация присвоила названия тепловым пунктам по своему усмотрению и не угадала, что также является нарушением требований «Правил технической эксплуатации тепловых энергоустановок».

В Договоре теплоснабжения отсутствует разбивка общей договорной нагрузки по тепловым пунктам, что исключает возможность корректно произвести расчеты с потребителем в случае выхода из строя одного или двух теплосчетчиков. Кроме того факт отсутствия разбивки договорной нагрузки по тепловым пунктам свидетельствует об отсутствии технических паспортов энергоустановок (п.9.1.5) и технического контроля персоналом абонента за состоянием тепловых энергоустановок, (раздел 2.6) Правил технической эксплуатации тепловых энергоустановок.

Изменения режима теплоснабжения жилого дома по всем трем тепловым пунктам за период с августа по ноябрь 2009 года приведены в таблице.

Дата	ТП	Подача из	Циркуляция в	Режим
Август 2009	3	Подающего	-	
	2	Подающего	-	
	1	Обратного	-	
14.09.2009	3	Обратного	Подающий	*
	2	Обратного	Подающий	*
	1	Обратного	-	
24.09.2009	3	Обратного	Подающий	*
	2	Обратного	Подающий	*
	1	Обратного	Подающий	*
01.10.2009	3	Подающего	Обратный	
	2	Подающего	Обратный	
	1	Подающего	Обратный	
05.10.2009	3	Обратного	-	
	2	Обратного + подающего	-	
	1	Обратного	-	
08.10.2009	3	Подающего	Обратный	
	2	Подающего	Обратный	
	1	Обратного	-	
09.10.2009	3	Подающего	Обратный	
	2	Подающего	Обратный	
	1	Подающего	Обратный	

Необходимо отметить, что проектным решением предусмотрена установка «реверсивных» расходомеров, имеющих нормированные метрологические характеристики для движения теплоносителя как в прямом направлении, так и в обратном, уста-

новленных в обратных трубопроводах трех тепловых центров. Знаком «*» отмечены периоды с режимом теплоснабжения, не предусмотренным проектным решением узлов учета, поскольку в подающих трубопроводах установлены «неревверсивные» расходомеры. При изменении направления движения теплоносителя в подающих трубопроводах на противоположное измерения массы прошедшего теплоносителя невозможны, следовательно, измерения за период с середины сентября по октябрь непригодны для взаимных расчетов за использованную тепловую энергию и теплоноситель. Заканчивая обсуждение режима теплоснабжения здания необходимо отметить, что за рассматриваемый период были реализованы все мыслимые и немыслимые режимы теплоснабжения: подача теплоносителя осуществлялась по подающему, обратному и одновременно по подающему и обратному трубопроводам с циркуляцией теплоносителя и без циркуляции (в тупик).

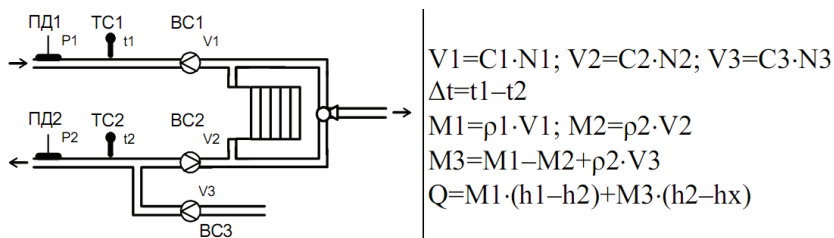
В течение сентября месяца среднемесячная разность температур теплоносителя в подающем и обратном трубопроводах составила: $t_1 - t_2 = -1.28^\circ\text{C}$, что свидетельствует о том, что циркуляция теплоносителя в межотопительный период явно и очень сильно завышена. Такой режим теплоснабжения привел к удвоению потерь тепловой энергии с охлаждением в тепловых магистралях энергоснабжающей организации и непроизводительным затратам электрической энергии на бессмысленную прокачку неиспользуемого теплоносителя по сетям энергоснабжающей организации и абонента. Очевидно, что для обеспечения комфортных условий для потребителей в летний период (при отключении системы отопления) необходимо создавать циркуляцию теплоносителя с тем, чтобы остывший в сетях теплоноситель возвращался на источник теплоснабжения, подогревался до необходимой температуры и подавался потребителям. Полностью открытые задвижки на вводах в тепловые пункты здания в подающем и обратном трубопроводах привели к неуправляемому движению теплоносителя, что в свою очередь сделало невозможным измерение теплопотребления и увеличило потери тепловой энергии в тепловых сетях при транспортировке. Последнее обстоятельство провоцирует повышение тарифов на тепловую энергию и возвращается к потребителю в виде увеличения стоимости коммунальных услуг.

В соответствии с проектными решениями все три узла учета тепловой энергии оборудованы техническими и программными средствами удаленного доступа к архивам результатов измерений. За время наблюдения за работой теплосчетчиков с 14.10.2009 по 26.11.2009 произведено 20 сеансов опроса теплосчетчиков, при этом 37% запросов оказались без ответа со стороны теплосчетчика. Для наглядности результаты опроса теплосчетчиков сведены в таблицу, где знаком «+» отмечены сеансы связи завершившиеся получением архивов данных об измерении теплопотребления.

Дата	ТП-1	ТП-2	ТП-3
14.10.2009	+	+	
15.10.2009	+	+	
16.10.2009	+	+	
19.10.2009	+	+	
22.10.2009	+	+	
26.10.2009	+		
27.10.2009	+		
29.10.2009	+		+
30.10.2009	+		+
09.11.2009	+		+
11.11.2009	+		+
12.11.2009	+		+
13.11.2009	+		+
16.11.2009	+		+
17.11.2009	+		+
18.11.2009	+		+
19.11.2009	+		+
20.11.2009	+		+
24.11.2009	+		+
26.11.2009	+		+

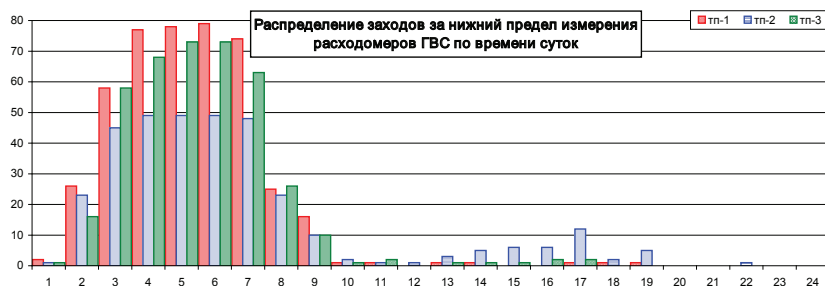
Причины отсутствия связи с теплосчетчиками в данном случае не представляют принципиального интереса, важен сам факт отсутствия связи, например, с теплосчетчиком, установленным в ТП-2 в течение месяца. Данный факт свидетельствует о том, что ни абонента, ни обслуживающую узлы учета организацию результаты измерений в процессе теплоснабжения не интересуют. Теплосчетчики используются только для взаимных расчетов за использованную тепловую энергию, что же касается энергосбережения и контроля за режимом теплоснабжения как того требует Федеральный закон №28 от 1996 года «Об энергосбережении» и «Правила учета тепловой энергии и теплоносителя» то эти вопросы остались без внимания.

С условиями, в которых производятся измерения, мы определились теперь можно перейти к рассмотрению учета тепловой энергии с точки зрения метрологии. Проектными решениями трех узлов учета предусмотрена схема включения первичных преобразователей к вычислителям, которая в комплекте с «реверсивными» расходомерами позволяет осуществлять измерения в случае изменения направления движения теплоносителя по обратному трубопроводу на противоположное, т.е. от источника теплоснабжения к потребителю. Ниже приведено описание схемы включения первичных преобразователей к вычислителю и соответствующие этой схеме алгоритмы расчета по материалам фирмы-изготовителя вычислителей. Кроме того проектами трех узлов учета предусмотрено измерение расхода воды на нужды ГВС вторыми каналами вычислителей по схеме, предназначенной для измерения потребляемой энергии и параметров теплоносителя в однотрубной (тупиковой) системе теплоснабжения.



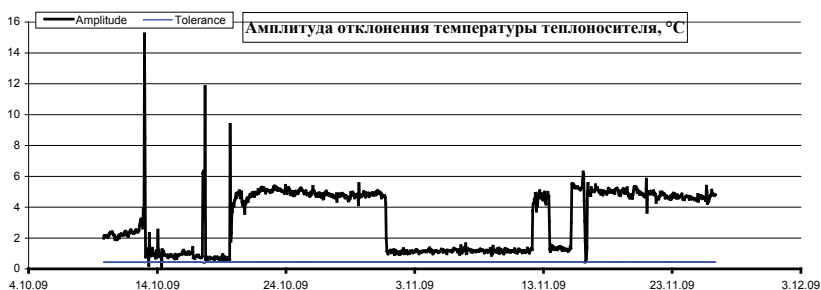
Примененные в этих узлах учета вычислители регистрируют коды ошибок измерения (нештатных ситуаций сокращенно НС) в случае их возникновения. По наличию кодов ошибок можно оценить правильность проектного решения и достоверность результатов измерения теплоснабжения и массы теплоносителя не возвращенного на источник теплоснабжения (использованного на нужды ГВС или потерянного с утечкой). Анализ кодов нештатных ситуаций суточного архива показывает, что из 87 суток нет ни одних суток с кодом НС=0 для всех трех теплосчетчиков одновременно, указывающим на отсутствие отказов оборудования и заходов измеряемой величины за пределы измерения первичных преобразователей расхода или температуры. Следовательно, за все время эксплуатации трех узлов учета нет ни одних суток, за которые можно было бы рассчитаться с энергоснабжающей организацией за использованную потребителем тепловую энергию. Анализ кодов нештатных ситуаций часового архива показывает, что из 2089 часов только в 211 часах зарегистрирован код НС=0 для всех трех теплосчетчиков одновременно. Основной причиной отказов является заход измеряемой величины за нижний предел измерения преобразователей расхода, что в свою очередь есть следствие ошибочного проектного решения об установке трех узлов учета вместо одного. Действительно, диапазон изменения (отношение максимального расхода к минимальному) расхода воды на нужды ГВС в местах водоразбора равен бесконечности из-за того, что минимальный возможный расход равен нулю (т.е. потребление воды на ГВС отсутствует). Диапазон изменения расхода ГВС сужается при увеличении количества пользователей горячей водой. Так на крупных источниках тепловой энергии, например, на ТЭЦ никогда не регистрируется отсутствие потребления воды на нужды ГВС. Наиболее остро проблема погрешности измерения теплоснабжения из-за большого диапазона изменения расхода ГВС проявится в квартирном учете теплоснабжения. Наиболее часто проблема «заходов» измеряемой величины расхода теплоносителя на нужды ГВС за нижний предел измерения расходомеров возникает в утренние часы, но вследствие неверного проектного решения в рассматриваемых узлах учета эта проблема проявляется на протяжении всех суток. Для пояснения привожу частотное распределение заходов измеряемой величины за нижний предел измерения

расходомеров ГВС по времени суток. Если бы при проектировании было решено установить 4 или более узлов учета, результат измерений был бы еще хуже. В данном конкретном случае за деньги потребителя установлены два дополнительных, ненужных потребителю, узла учета, которые лишили потребителя возможности рассчитываться с энергоснабжающей организацией за использованную тепловую энергию по приборам учета.



Начиная с 30.09.2009 в архивах регистрируется недопустимо большая погрешность канала измерения температуры теплоносителя в линии ГВС теплового пункта №1. Температура воды в линии ГВС на десятки градусов превышает температуру исходного (до смешения) теплоносителя в подающем и обратном трубопроводах, что теоретически невозможно. По состоянию на 26.11.2009 в часовых архивах тепловычислителя зарегистрировано 686 нештатных ситуаций канала измерения температуры ГВС. Последнее обстоятельство свидетельствует о некачественном выполнении работ по техническому обслуживанию узла учета персоналом сервисной организации.

Температура теплоносителя в подающем трубопроводе теплового пункта №1 на 5°C меньше температуры теплоносителя в подающем трубопроводе теплового пункта №3. Судя по характеру изменения разности температур подаваемой в тепловые пункты сетевой воды, данный факт с высокой степенью вероятности свидетельствует о нанесении финансового ущерба энергоснабжающей организации. Либо искажены результаты измерения температуры теплоносителя, либо на участке тепловой сети между тепловыми пунктами №2 и №3 произведено самовольное подключение нагрузки, не согласованное с энергоснабжающей организацией.



За период с 01.09.2009 по 26.11.2009 в часовом архиве вычислителя зарегистрировано 40 отключений электропитания расходомеров в узле учета, установленном в тепловом пункте №1, 23 отключения расходомеров в узле учета, установленном в тепловом пункте №2 и 2 отключения расходомеров в узле учета, установленном в тепловом пункте №3. Следовательно, по всем трем узлам учета искажены результаты измерения теплоснабжения, что нанесло финансовый ущерб энергоснабжающей организации.

В проектах всех трех узлов учета отсутствует раздел оценки погрешности измерения тепловой энергии и массы теплоносителя, невозвращаемого на источник теплоснабжения. Следовательно, учет теплоснабжения данного жилого дома осуществляется измерительными системами с ненормированными метрологическими характеристиками, а взаимные расчеты за использованную тепловую энергию производятся с ошибкой: может $\pm 5\%$, может ± 5 раз, а может и больше.

Необходимо отметить, что в нормативных документах по организации измерений тепловой энергии совершена ошибка в формуле вычисления тепловой энергии для открытых систем теплоснабжения. общепринятая формула, например, в МИ 2412-97 «ГСИ Водяные системы теплоснабжения. Уравнения измерений тепловой энергии и количества теплоносителя» не учитывает накопление тепловой энергии в баках аккумуляторов. Использование этой формулы в алгоритмах вычислителей приводит к образованию неучтенной погрешности метода измерений. Об этом я уже писал ранее, но проблема пока не решена на законодательном уровне.

В завершение хочу отметить, что по оценке Международного энергетического агентства (IEA) Россия занимает 10-ое место в

мире по «энергорасточительности», поэтому или мы приступаем к реальному энергосбережению, или будем возглавлять список неразвитых стран. Для того чтобы обеспечить объективную оценку проводимых энергосберегающих мероприятий необходимо повысить достоверность измерений тепловой энергии и массы невозвращаемого на источник теплоснабжения теплоносителя не только в узлах учета потребителей, но и на источниках, и, для начала, не повторять перечисленных ошибок.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРЕ:

Черноморченко Сергей Иванович, тел.: (812) 300-91-55,
E-mail: ChernomorchenkoSI@gptek.spb.ru

НЕКОТОРЫЕ АСПЕКТЫ ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ И ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ

Калко А. А.

В современных социально-экономических условиях по-прежнему актуальной остается проблема рационального развития и устойчивого функционирования объектов теплоснабжения.

Ведущее место в энергетике нашей страны занимают системы централизованного теплоснабжения от ТЭЦ и районных котельных. В настоящее время ими обеспечивается около двух третей потребности в тепловой и примерно одна треть потребности в электроэнергии.

В настоящее время в России потребляется неоправданно большое количество энергоресурсов (газа, тепла, холодной и горячей воды).

Так, среднее удельное потребление воды, по России, из городского водопровода составляет 250 л на человека в сутки, а с учетом потребностей городского хозяйства и промышленности – 500 л, в том числе горячей воды населением при централизованном горячем водоснабжении – 150...200 л в сутки на человека. Между тем, в странах Западной Европы – в три раза меньше, 50...70 л.

Удельное теплopotребление составляет 250 кВт×ч/(м²×год), а в странах Западной Европы ≈ 100 кВт×ч/(м²×год).

Таким образом, фактическое удельное потребление воды в расчете на одного человека превышает установленные в регионах и ведомствах нормативы в 1,5-2 раза, а удельное теплopotребление – в два-три раза по сравнению с требованиями современных СНиП.

Существенные значения удельных характеристик влекут за собой огромные затраты не только для организаций бюджетной сферы, но и за счет дотационной системы оплаты этих услуг населением.

Договоры на поставку энергоресурсов, зачастую навязываемые их поставщиками потребителям на основе расчетов по

ведомственным нормативам, не отражают объемы требуемой реализации, которые, как правило, значительно отличаются от фактического потребления.

Продолжать игнорировать накопившийся комплекс проблем было невозможно. Понимая важность их незамедлительного решения, в июне 2009 года **энергосбережение и повышение энергоэффективности** были объявлены Президентом РФ Д.А.Медведевым одним из **приоритетов государственного развития**.

Правительством РФ разработан план действий в области социальной политики и модернизации экономики, которым акцентировано внимание на вопросах развития топливно-энергетического комплекса. 13 ноября 2009 года Правительство РФ утвердило Энергетическую стратегию на период до 2030 года, приоритетами которой являются полное и надежное обеспечение населения и экономики страны энергоресурсами по доступным ценам, снижение рисков и недопущение развития кризисных ситуаций в энергообеспечении.

11 ноября 2009 года Госдумой РФ был принят **закон «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации»**.

Закон затрагивает, в том числе, вопросы обеспечения энергетической эффективности при обороте товаров, обеспечения энергосбережения и повышения энергетической эффективности зданий, строений, сооружений, в жилищном фонде, в садоводческих, огороднических и дачных некоммерческих объединениях граждан, а также вопросы повышения энергетической эффективности экономики субъектов Российской Федерации и экономики муниципальных образований.

Особо отмечено, что показатели эффективности деятельности органов исполнительной власти субъектов Российской Федерации, органов местного самоуправления городских округов и муниципальных районов напрямую зависят от степени решения проблем энергосбережения и повышения энергетической эффективности. (Статья 14 п.1).

Согласно данному закону производимые, передаваемые, потребляемые **энергетические ресурсы подлежат обязательному учету с применением приборов учета.**

Требования статьи распространяются на объекты, подключенные к системам централизованного снабжения энергоресурсами.

Установка узлов учета энергоресурсов в жилом фонде и социальной сфере в настоящий момент определена как одна из важнейших задач.

Согласно закону, **собственники жилых домов** обязаны обеспечить их оснащение приборами учета в срок **до 1 января 2012** года. При этом многоквартирные дома должны быть оснащены общедомовыми приборами учета ресурсов, а также индивидуальными и общими (для коммунальной квартиры).

Не допускается ввод в эксплуатацию зданий, строений, сооружений, построенных, реконструированных, прошедших капитальный ремонт и **не соответствующих требованиям энергетической эффективности и требованиям оснащенности их приборами учета** используемых энергетических ресурсов.

Требования настоящей статьи в части организации учета используемых энергетических ресурсов не распространяются на ветхие, аварийные объекты, объекты, подлежащие сносу или капитальному ремонту до 1 января 2013 года, а также объекты, мощность потребления электрической энергии которых составляет менее чем 5 киловатт (в отношении организации учета используемой электрической энергии) или максимальный объем потребления тепловой энергии которых составляет менее чем 0,2 гигакалории в час (в отношении организации учета используемой тепловой энергии). (Статья 13 п.1)

Расчеты за энергетические ресурсы должны осуществляться на основании данных о количественном значении энергетических ресурсов, произведенных, переданных, потребленных, определенных при помощи приборов учета используемых энергетических ресурсов. Установленные приборы учета используемых энергетических ресурсов должны быть введены в эксплуатацию не позднее месяца, следующего за датой их установки, и их применение должно начаться при осуществлении расчетов не позднее первого

числа месяца, следующего за месяцем ввода этих приборов учета в эксплуатацию. Расчеты за энергетические ресурсы могут осуществляться без учета данных, приборов учета используемых энергетических ресурсов, по договору поставки, договору купли-продажи энергетических ресурсов, включающим в себя условия энергосервисного договора (контракта). (Статья 13 п.2)

Ресурсонабжающая организация на основании публичного договора, регулярно (не реже чем один раз в год) обязана предлагать перечень мероприятий для многоквартирного дома или группы домов, как в отношении общего имущества собственников помещений в многоквартирном доме, так и в отношении помещений в многоквартирном доме, проведение которых в большей степени способствует энергосбережению поставляемых этой организацией в многоквартирный дом энергетических ресурсов и повышению энергетической эффективности их использования. В данном перечне должно содержаться указание на возможность проведения этой организацией отдельных мероприятий из числа указанных за счет средств, учитываемых при установлении регулируемых цен (тарифов) на ее товары, услуги, а также за счет средств собственников помещений в многоквартирном доме, в том числе на основании энергосервисного договора (контракта), и прогнозируемую стоимость проведения таких отдельных мероприятий. Ресурсонабжающая организация не вправе отказать обратившимся к ним лицам в заключении договора, регулирующего условия установки, замены и (или) эксплуатации приборов учета используемых энергетических ресурсов.

Энергосервисный договор (контракт), это договор предметом которого является осуществление исполнителем действий, направленных на энергосбережение и повышение энергетической эффективности использования энергетических ресурсов заказчиком (Статья 2, 19). Одно из условий договора - обязанность исполнителя по установке и вводу в эксплуатацию приборов учета используемых энергетических ресурсов;

До установки приборов учета используемых энергетических ресурсов, а также при выходе из строя, утрате или по истечении срока эксплуатации приборов учета расчеты за энергетические ресурсы должны осуществляться с применением расчетных спо-

сборов определения количества энергетических ресурсов, установленных в соответствии с законодательством.

Перечень мероприятий должен быть доведен ресурсоснабжающей организацией, до сведения собственников помещений в многоквартирном доме, лица, ответственного за содержание многоквартирного дома.

Мероприятия по энергосбережению и эффективному использованию энергии становятся обязательной частью региональных и муниципальных программ социально-экономического развития региона или муниципального образования. Необходимость таких мероприятий продиктована, как и экономической ситуацией в мире, так и негативными факторами, сложившимися в топливно-энергетическом комплексе (ТЭК) в последние десятилетия (морально и физически устаревшие основные фонды, сокращение ввода новых производственных мощностей, дефицит инвестиционных ресурсов и их нерациональное использование и т.д.).

Органы исполнительной власти субъектов Российской Федерации утверждают перечень мероприятий по энергосбережению и повышению энергетической эффективности в отношении общего имущества собственников помещений в многоквартирном доме, подлежащих проведению одновременно и (или) регулярно.

В целях повышения уровня энергосбережения в жилищном фонде и его энергетической эффективности в перечень требований к содержанию общего имущества собственников помещений в многоквартирном доме включаются требования о проведении мероприятий по энергосбережению и повышению энергетической эффективности многоквартирного дома.

Важное место в законе отведено вопросам ответственности за содержание и эксплуатацию жилых и прочих объектов, оснащенных узлами учета энергоресурсов.

В частности, в законе прописано, что **лица, ответственные за содержание многоквартирного дома, обязаны:**

- проводить мероприятия по энергосбережению и повышению энергетической эффективности, включенные в утвержденный перечень;

- в отопительный сезон проводить действия, направленные на регулирование расхода тепловой энергии в многоквартирном доме в целях ее сбережения;
- доводить до сведения собственников помещений в многоквартирном доме информацию о проводимых с целью энергосбережения и повышения энергоэффективности действиях или об отсутствии возможности их проведения по технологическим причинам.

Собственники помещений в многоквартирном доме обязаны нести расходы на проведение указанных мероприятий.

В целях их снижения **собственники помещений вправе требовать от лица, ответственного за содержание многоквартирного дома**, осуществления действий, направленных на снижение объема используемых ресурсов, и (или) заключения этим лицом энергосервисного договора (контракта), обеспечивающего снижение объема используемых в указанном доме энергетических ресурсов.

Собственники приборов учета энергетических ресурсов обязаны обеспечить их надлежащую эксплуатацию, сохранность, своевременную замену.

В соответствии со статьей 11 возникают требования к энергетической эффективности зданий, строений, сооружений, которые включают показатели, характеризующие удельную величину расхода энергетических ресурсов в здании. Данные требования **подлежат пересмотру не реже чем один раз в пять лет** в целях повышения их энергетической эффективности. Также вводятся классы энергетической эффективности зданий, указатель которого необходимо размещать на фасаде. Уполномоченный орган исполнительной власти определяет класс энергетической эффективности многоквартирного дома исходя из текущих значений показателей, используемых для установления соответствия многоквартирного дома требованиям энергетической эффективности.

С 1 января 2011 года к обороту на территории Российской Федерации не допускаются электрические **лампы накаливания мощностью 100 вт** и более. С 1 января 2011 года не допускается размещение заказов на поставки электрических ламп накаливания

для государственных или муниципальных нужд. Также с 1 января 2013 года может быть введен запрет на оборот на территории Российской Федерации электрических ламп накаливания мощностью 75 Вт и более, а с 1 января 2014 года – мощностью 25 Вт и более.

Обязательным условием бесперебойного и экономичного функционирования систем теплоснабжения является применение автоматизированных систем управления их тепловыми и гидравлическими режимами. Основные задачи, решаемые АСУ теплофикации и теплоснабжения: минимизация суммарных затрат на производство тепла и минимизация вредного влияния на окружающую среду; обеспечение требуемого режима теплопотребления с минимальными затратами на производство, транспортировку и распределение тепловой энергии; обеспечение устойчивой работы тепловых сетей; минимизация ущерба от нарушения снабжения теплом потребителей при авариях.

Однако, невозможно сэкономить то, что не учтено. Исходя из этого, важным составляющим звеном и необходимым условием реализации АСУ теплоснабжения является автоматизированный коммерческий учет потребления топливно-энергетических ресурсов. Необходимо понимать разницу между понятиями «учет» и «энергосбережение». В частности, приборами измеряются физические параметры энергоснабжения, учет – процедура, обеспечивающая подготовку платежных требований на основе сбора и обработки информации по количеству и качеству энергоресурсов. Энергосбережение, в свою очередь, комплекс мероприятий направленных на сбережение учтенных энергоресурсов.

Введение нового закона «Об энергосбережении» направлено на системное управление сферой ЖКХ, в том числе и внедрение механизмов энергосбережения, учета и планирования результатов по затратам. В свою очередь это позволит всем четырем основным участникам процесса в сфере жилищно-коммунальных услуг – населению, управляющим организациям, поставщикам энергоресурсов и местной власти создать сбалансированное положение.

Важно понимать, что мероприятия по энергосбережению и повышению энергоэффективности не ограничиваются установкой энергосберегающих ламп и узлов учета тепловой энергии.

Установка приборов учета позволяет учитывать потребленные ресурсы и рассчитываться только за их фактическое использование. Осуществление дополнительных мер позволит сократить потребление ресурсов, в их числе: утепление фасадов; утепление окон; установка системы регулирования теплопотребления; устранение нерационального использования воды, электричества и т.д.

Преимущества от внедрения системы учета и регулирования. Существенный вклад в энергосбережение может дать внедрение программного (по времени) и погодного регулирования теплопотребления. При этом, не снижая, а часто и улучшая комфортные условия, можно снизить потребление тепла и, следовательно, платежи за него на 20-30%.

Основные направления снижения теплопотерь оболочкой здания при его реконструкции и ремонте

Мероприятия	Снижение теплопотерь по сравнению с базовым вариантом, %
Утепление наружных стен с доведением их термического сопротивления до нормативного	5...20
Установка энергосберегающих окон	10...30
Снижение теплопотребления за счет остекления балконов	3...7
Снижение теплопотребления за счет установки рекуператоров вытяжного воздуха	10...12
Надстройка этажей (мансард)	5...30
Ликвидация излишнего (до нормативов) остекления, особенно на лестничных площадках, в административных и промышленных зданиях	10...40
Устройство дополнительного остекления (установка дополнительных рам, оконных блоков с трехслойным остеклением либо дооборудование существующих рам третьим стеклом)	3...5

Мероприятия	Снижение теплопотерь по сравнению с базовым вариантом, %
Ликвидация мостов холода, трещин, зон с повышенным увлажнением ограждающих конструкций	2...5
Ликвидация излишней инфильтрации в существующих окнах	3...7
Устройство дополнительных входных тамбуров	2...4

Экономическая эффективность от внедрения общедомовых узлов учета тепловой энергии в жилых домах ГУ “Жилищное агентство Фрунзенского района Санкт-Петербурга ” за 2008г.

Адрес здания, оборудованного прибором учета	Объем высвобожденных денежных средств за год, руб. (экономика)	Количество проживающих	Тепловая нагрузка на здание, Гкал/ч
Ул. Купчинская, д. 15, к. 2	362615,52	427	0,72
Ул. Купчинская, д. 17, к. 4	393641,44	489	0,81
Ул. Бухарестская д. 94, к. 4	242299,86	261	0,472
Пр.Славы д. 60	875956,10	616	1,15
Ул.Белы Куна д. 8	805566,13	552	1,17
Ул.Белы Куна д. 20, к.1	652046,70	623	1,17
Ул.Софийская д. 51	336892,73	644	1,14
Ул. Турку д. 9, к. 5	454275,29	568	1,15
Ул.Софийская д.37, к.1	790660,26	584	1,16

«Некоторые аспекты энергосбережения и энергоэффективности»

Адрес здания, оборудованного прибором учета	Объем высвободившихся денежных средств за год, руб. (экономия)	Количество проживающих	Тепловая нагрузка на здание, Гкал/ч
Ул.Софийская д.43, к.1	565576,32	582	1,15

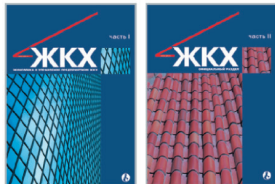
СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРЕ:

Калко Александр Александрович, Отдел маркетинговых исследований

ЗАО «НПФ Теплоком»



ЗАО «МЦФЭР» «Городское хозяйство и ЖКХ»



Выходит ежемесячно в 2 частях.
144 страницы

«ЖКХ: журнал руководителя и главного бухгалтера»

- ▶ Журнал для специалистов отрасли ЖКХ
- ▶ Капитальный ремонт жилищного фонда; реформа ЖКХ; тарифы и инвестиции; особенности бухгалтерского учета и налогообложения

«Национальный каталог "Техника и технологии ЖКХ"»

- ▶ Бесплатное приложение к журналу «ЖКХ: журнал руководителя и главного бухгалтера»
- ▶ Информация о производителях и поставщиках машин, оборудования и услуг по всей России



Выходит ежемесячно.
112 страниц

«Практика муниципального управления»

- ▶ Журнал для руководителей всех уровней органов местной власти
- ▶ Реформа местного самоуправления, управление муниципальным образованием
- ▶ Модельные нормативно-правовые акты по вопросам местного значения



Выдается вместе с журналом
2 раза в год. 300 страниц

«Управление многоквартирным домом»

- ▶ Журнал для руководителей управляющих компаний и председателей ТСЖ, ЖСК
- ▶ Сравнительный анализ форм собственности; практические рекомендации по управлению и эксплуатации многоквартирного дома
- ▶ Нормативно-правовая база с комментариями экспертов



Выходит ежемесячно.
72 страницы



Выходит ежемесячно.
48 страниц

«Городское хозяйство, муниципальное управление, жилая недвижимость в вопросах и ответах»

- ▶ Для всех специалистов городского хозяйства, муниципального управления и сферы жилой недвижимости
- ▶ Консультации экспертов и ведущих специалистов отрасли
- ▶ Профессиональный тест и кроссворд

**Журналы для руководителей и специалистов
Необходимая информация каждый месяц!**

Подписка на 2010 год: (495) 937-9082. Рекламная служба: (495) 937-9083

КРАТКОСРОЧНОЕ ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ПОТРЕБЛЕНИЯ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ НА ОСНОВЕ МЕТОДОВ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОГО ИНТЕЛЛЕКТА

Бодянский Е. В., Попов С. В.

Задачи прогнозирования потребления электрической энергии являются важной частью процессов планирования и управления электроэнергетическими системами. Наличие своевременного и точного прогноза является залогом высокого качества эксплуатации энергосистем, рационального расходования энергоносителей, бесперебойного снабжения потребителей.

Для решения задач прогнозирования потребления электрической энергии широко используются как традиционные методы прогнозирования (регрессионный, корреляционный, спектральный анализы, метод Бокса-Дженкинса, экспоненциальное сглаживание, адаптивные предикторы и т.п.) [1, 2], так и современные методы, основанные на интеллектуальном анализе данных, лучше приспособленные для учета сложных связей между потреблением электроэнергии и влияющими на него факторами, которые зачастую носят ярко выраженный нелинейный характер [3]. Видное место среди современных подходов к задаче прогнозирования потребления электрической энергии занимают методы вычислительного интеллекта: прежде всего, искусственные нейронные сети и системы нечеткого вывода [4]. Эффективность этих систем связана с их универсальными аппроксимирующими возможностями и способностью к обучению непосредственно в процессе прогнозирования [5, 6]. На сегодня эти методы подтвердили свою эффективность при решении широкого круга задач, связанных с прогнозированием в электроэнергетике [7-12].

Однако существенные трудности при использовании таких систем возникают в случае, когда часть обрабатываемой информации задана не в количественной, а в порядковой или номинальной шкалах измерения, например, «холодно – тепло – жарко», «сильный – слабый» ветер, «дождь – снег – туман – без осадков» и т.п. Кроме того, потребление электроэнергии в больших распределенных энергосистемах зависит достаточно сложным образом от множе-

ства влияющих факторов, среди которых наиболее сильное влияние оказывают: потребление электроэнергии в предыдущие периоды, время года, погодные условия, день недели, особые события (например, праздники, переносы рабочих дней, регламентные работы в энергосистеме и т.п.). Несмотря на то, что сам факт влияния этих факторов подтвержден большим количеством исследований, точную форму зависимости для каждого отдельного фактора достаточно сложно описать теоретически и изолировать от других факторов практически из-за сложных взаимосвязей между ними. Выявление и правильный учет формы влияния каждого из этих факторов для каждой конкретной энергосистемы является достаточно сложной задачей, для решения которой до сих пор не было предложено эффективных подходов.

Также часто возникает задача прогнозирования взаимосвязанных временных рядов, описывающих процессы потребления электроэнергии в различных, связанных между собой элементах этой системы, а также процессы потребления различных видов энергии: электрической, тепловой, природного газа и т.д. Прогнозирование каждого такого временного ряда может выполняться независимо от других, однако факт их взаимосвязи позволяет учитывать взаимное влияние для повышения качества прогнозирования. В этом случае взаимосвязанные временные ряды целесообразно рассматривать как единый многомерный временной ряд и производить его прогнозирование с помощью специализированных методов многомерного прогнозирования.

В данной работе для решения указанных проблем применяется новый подход, основанный на использовании нейронных и нейрофаззи сетей со специализированными архитектурами [13-19], обеспечивающих возможность учета априорной информации о свойствах обрабатываемого временного ряда и влияющих факторов, а также позволяющих извлекать из данных новую информацию об этих свойствах. Данный подход позволяет повысить точность прогнозирования, снизить чувствительность модели к различного рода возмущениям, присутствующим в обрабатываемых данных, улучшить обобщающие свойства модели, повысить интерпретируемость результатов прогнозирования.

Предлагаемый подход прошел экспериментальную проверку в задачах прогнозирования электропотребления в нескольких энергосистемах Украины, а также на архивных данных электропотребления энергосистем других стран. В частности, для Объединенной энергосистемы Украины средняя абсолютная ошибка прогнозирования (MAPE) на 1 час вперед составляет не более 0.6%, а на 24 часа вперед – не более 1.1%.

ЛИТЕРАТУРА

1. Hartman R. Frontiers in energy demand modeling // *Annual Renew of Energy*. – 1979. – N. 4. – P. 433-466.
2. Прихно В.Л., Черненко П.А. Модели, методы и программные средства для анализа и прогнозирования электрических нагрузок и для решения задач оперативного управления ЭЭС // Сб. науч. тр. ИЭД НАНУ – К.: ИЭД НАН Украины, 2007. – № 3(18). – С. 26-33.
3. Ruzic S., Vuckovic A., Nikolic N. Weather sensitive method for short term load forecasting in electric power utility of Serbia // *IEEE Trans. Power Syst.* – 2003. – Vol. 18. – N. 4. – P. 1581-1586.
4. Haykin S. *Neural Networks. A Comprehensive Foundation*. – Upper Saddle River, N.J.: Prentice Hall, Inc., 1999. – 842 p.
5. Hornik K., Stinchcombe M., White H. Multilayer feedforward networks are universal approximators // *Neural Networks*. – 1989. – 2. – P. 359-366.
6. Cichocki A., Unbehauen R. *Neural Networks for Optimization and Signal Processing*. – Stuttgart: Teubner, 1993. – 526 p.
7. Mori H., Hidenori K. Optimal fuzzy inference for short-term load forecasting // *IEEE Transactions on Power Systems*. – 1996. – 11. – N. 1. – P. 390-396.
8. Vermaak J., Botha E.C. Recurrent neural networks for short-term load forecasting // *IEEE Transactions on Power Systems*. – 1998. – 13. – N. 1. – P. 126-132.
9. Шумилова Г.П., Готман Н.Э., Старцева Т.Б. Краткосрочное прогнозирование электрических нагрузок с использованием искусственных нейронных сетей // *Электричество*. – 1999. – N. 10. – С. 6-12.

-
10. Khan M.R., Zak L. Ondrusek C. Fuzzy logic based short-term electric load forecasting // 4th International Scientific Conference “Elektro-2001”. – Faculty of Electrical Engineering, University of Zilina, Slovak Republic, 2001. – P. 19-24.
 11. Tzafestas S, Tzafestas E. Computational intelligence techniques for short-term electric load forecasting // Journal of Intelligent and Robotic Systems. – 2001. – N. 31. – P. 7–68.
 12. Ling S.H., Leung F.H.F., Lam H.K., Tam P.K.S. Short-term electric load forecasting based on a neural fuzzy network // IEEE Transactions on Industrial Electronics – 2003. – 50. – N. 6. – P. 1305-1316.
 13. Бодянский Е.В., Попов С.В., Рыбальченко Т.В. Адаптивное краткосрочное прогнозирование энергопотребления с помощью искусственной нейронной сети // «Автоматизация: проблемы, идеи, решения»: Материалы международной научно-технической конференции, г. Севастополь, 10-15 сентября 2007 г. – Севастополь: Изд-во СевНТУ, 2007. – С. 17-18.
 14. Bodyanskiy Ye., Popov S., Rybalchenko T. Multilayer neuro-fuzzy network for short term electric load forecasting // Lecture Notes in Computer Science. – Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag, 2008. – Vol. 5010. – P. 339-348.
 15. Бодянский Е.В., Попов С.В. Искусственная нейронная сеть для нелинейной декомпозиции функций // Доповіді Національної академії наук України. – 2009. – №9. – С. 42-47.
 16. Попов С.В. Специализированные архитектуры искусственных нейронных сетей на базе гибридных нейроподобных элементов // Збірник наукових праць Національного гірничого університету. – 2009. – №33, Т. 2. – С. 76-82.
 17. Бодянский Е.В., Попов С.В., Рыбальченко Т.В., Титов Н.Н. Гибридная нейро-фаззи сеть для краткосрочного прогнозирования взаимосвязанных процессов потребления электроэнергии // Праці Інституту електродинаміки НАН України. – 2008. – Вип. 21. – С. 13-22.
 18. Бодянский Е.В., Попов С.В., Рыбальченко Т.В., Титов Н.Н. Краткосрочное прогнозирование потребления электроэнергии

на основе искусственной многослойной нейро-фаззи сети // Энергетика и электрификация. – 2008. – №9. – С. 37-43.

19. Bodyanskiy Ye., Popov S., Rybalchenko T. Feedforward neural network with a specialized architecture for estimation of the temperature influence on the electric load // Proc. 4th International IEEE Conference “Intelligent Systems”. – Varna, 2008. – Vol. I. – P. 7-14-7-18.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:

Бодянский Е. В., д.т.н., проф., **Попов С. В.**, к.т.н., с.н.с. Харьковский национальный университет радиоэлектроники

КОНТРОЛЬ ПОТРЕБЛЕНИЯ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ С УЧЕТОМ ЕЕ КАЧЕСТВА

Гриб О. Г., Сендерович Г. А.

Электроэнергия является товаром, качество которого нормируется ГОСТом 13109-97. Низкое качество электроэнергии приводит к росту потерь в электрических сетях и оборудовании, снижению срока службы электрооборудования, сбоями в технологических процессах предприятий. Особо большие экономические ущербы от неудовлетворительного качества электроэнергии несут предприятия, использующие высокие технологии (выращивание кристаллов, нанотехнологии, автоматизированные и роботизированные технологии). Нарушение симметрии и синусоидальности приводит к выходу счетчиков электрической энергии из класса точности. При этом энергетический баланс подстанций не сходится, что приводит к значительным коммерческим потерям.

Основными источниками ухудшения качества являются электротранспорт, металлургия и все предприятия, использующие в технологическом процессе силовую преобразовательную технику.

Последние годы в Украине все большее внимание уделяется вопросам качества электроэнергии. В тоже время, законодательная база регулирования отношений в области учета качества электроэнергии и его нарушений не соответствует современным требованиям. Штрафные санкции, предусмотренные в случае нарушения требований действующих стандартов качества, направлены против энергетиков и не учитывают причин и действительных виновников нарушений качества. Сложилась парадоксальная ситуация, когда потребитель, по вине которого испорчено качество электроэнергии в сети, может получать за это по штрафным санкциям наряду с другими предприятиями. При этом за все будет расплачиваться сетевое предприятие.

В условиях рыночных отношений, сетевое предприятие и потребитель выступают экономически равными партнерами, как субъекты единого процесса распределения и потребления электроэнергии. Соответственно, убытки, которые несут субъекты от понижения качества электрической энергии, должны оплачивать виновники его ухудшения. Потребители стали все настойчивее

предъявлять претензии к поставщикам в отношении качества электроэнергии. У них появились юридические службы, которые требуют внесения в договора нормативов по качеству электроэнергии и добиваются их выполнения.

Авторами разработаны методики детерминированного расчета долевого участия субъектов в нарушении симметрии и синусоидальности напряжения на шинах общего присоединения, выполненные на базе современных компьютерных информационных технологий [1]. Также разработаны методики мониторинга качества электрической энергии и определения ответственности за то количество энергии, которое распределено с нарушением требований ГОСТа.

Последние исследования позволили приступить к непосредственной разработке систем учета электрической энергии, которые учитывают качество и определяют ответственность субъектов за его нарушение.

Основными направлениями улучшения качества электроэнергии являются:

- развитие аккредитованных лабораторий по контролю качества электроэнергии с выявлением источников его ухудшения;
- внедрение оборудования, локализирующего источники ухудшения качества электроэнергии;
- внедрение оборудования, компенсирующего нарушение показателей качества;
- организация постоянного мониторинга электропотребления с учетом качества электроэнергии и определения долевого участия субъектов в нарушении ее качества.

ЛИТЕРАТУРА

1. Качество электрической энергии в системах электроснабжения: Уч. пособие / А.Г. Баталов, О.Г. Гриб, Г.А. Сендерович и др. – Харьков: ХНАГХ, 2006. – 280 с.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

О.Г. Гриб, д-р техн. наук, **Г.А. Сендерович**, канд. техн. наук, П.Г.Щербакова (Харьковская национальная академия городского хозяйства)

НОВЫЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ, РЕСУРСОБЕРЕГАЮЩИЕ И ЭКОЛОГИЧЕСКИ БЕЗОПАСНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ЖКХ

Тевяшев А. Д.

Введение.

Результаты системного анализа проблемы повышения качества и эффективности функционирования жилищно-коммунального хозяйства (ЖКХ) показал, что за последнее время в ЖКХ накопилось огромное количество проблем, требующих системных решений.

Как объект управления предприятия ЖКХ представляют собой сложные, пространственно-распределенные, динамично развивающиеся, стохастические системы большой размерности, функционирующие в стохастической среде. Дальнейшее совершенствование управления городским хозяйством требует системных решений широкого комплекса проблем законодательного, организационного, технического и информационного характера.

Системное решение информационных проблем управления ЖКХ возможно только путём поэтапного создания общегородской геоинформационно-аналитической системы управления (ГИАСУ) городским хозяйством. В статье на примере системы газоснабжения города рассмотрены пути решения типичных проблем перехода предприятий ЖКХ на новые информационные, ресурсосберегающие и экологически безопасные технологии.

Система газоснабжения города является одной из важнейших подсистем жизнеобеспечения города. Технической основой системы газоснабжения города (СГГ) являются городские многоуровневые газораспределительной сети (МГРС). Известно [1], что проблема оперативно-диспетчерского управления режимами работы МГРС в условиях риска и неопределённости может быть сведена к решению двухэтапной задачи нелинейного стохастического программирования. При этом на первом этапе, на основании прогнозов (условных математических ожиданий) процессов газопотребления в МГРС, решается задача оперативного планирования

режимов работы МГРС на всем интервале управления $[0, T]$. На втором этапе для каждого момента времени $t \in [0, T]$ после наблюдения фактических реализаций объемов газопотребления решается задача коррекции плана, которая сведена к задаче стабилизации режима (давления) на выходах ГРС и ГРП на каждом из $k = 1, 2, 3$ уровней МГРС. Существенным является то, что условия разрешимости задачи стабилизации режима индуцируют дополнительные ограничения на область допустимых режимов (ОДР) задачи первого этапа – задачи оперативного планирования режимов.

На вербальном уровне проблема оптимизации режимов транспорта и распределения природного газа в МГРС на интервале времени $[0, T]$ заключается в нахождении таких режимов работы ГРС, ГРП и ПРП, которые обеспечивали бы оптимальные значения показателей качества и эффективности функционирования МГРС при всех внешних и внутренних возмущениях, возникающих на рассматриваемом интервале времени $[0, T]$. Особенность рассматриваемой проблемы заключается в том, что точные значения этих возмущений априорно неизвестны, а известны только вероятностные (статистические) характеристики их появления.

1. Показатели качества и эффективности функционирования МГРС

Все показатели качества функционирования МГРС можно разделить на две группы показателей: внешние и внутренние.

Внешние показатели характеризуют степень удовлетворения всех групп потребителей объемом, составом и физическими параметрами поставляемого им на интервале времени $[0, T]$ природного газа. В качестве формальных внешних показателей целесообразно использовать прямые или косвенные оценки качества функционирования МГРС, к которым относятся:

- вероятность возникновения дефицита поставки природного газа i -му потребителю;
- математическое ожидание объема недопоставки природного газа i -му потребителю и др.

В качестве **внутреннего показателя** качества функционирования МГРС целесообразно использовать максимум режимной (технической) устойчивости работы всех ГРП (ПРП, ГРУ) [2].

Показатели эффективности функционирования МГРС характеризуют эффективность использования всех материальных и энергетических ресурсов на обеспечение заданного качества функционирования МГРС.

В качестве формальных показателей эффективности функционирования МГРС на интервале времени $[0, T]$ целесообразно использовать минимум математического ожидания суммарных потерь природного газа в МГРС.

1.1 Критерий технической устойчивости режима работы МГРС

Для формализации критерия технической устойчивости МГРС рассмотрим многоуровневую газораспределительную сеть (рис. 1) и введем ряд обозначений. Пусть $G(V, E)$ - граф сети, где V , E , соответственно, множества индексов вершин и дуг графа сети. Множество E графа МГРС представим в виде объединения трех множеств: $E = L \cup M \cup N$, где L – множество активных (регулируемых) элементов, совпадающих с входами МГРС; M – множество пассивных элементов (участков трубопровода); N – множество потребителей сети, совпадающее с выходами МГРС. В свою очередь, каждое из указанных множеств может быть представлено в виде объединения попарно-непересекающихся подмножеств, соответствующих k -му уровню МГРС:

$$L = \bigcup_{k \in K} L^k, \quad M = \bigcup_{k \in K} M^k, \quad N = \bigcup_{k \in K} N^k \quad (1)$$

Каждому подмножеству L^k соответствует множество регулирующих элементов газораспределительной сети k -го уровня МГРС ($k = 1, 2, 3$). Не нарушая общности, получим вначале критерий технической устойчивости отдельного j -го ГРП i -го уровня газораспределительной сети и, на его основе, критерий технической устойчивости всей МГРС.

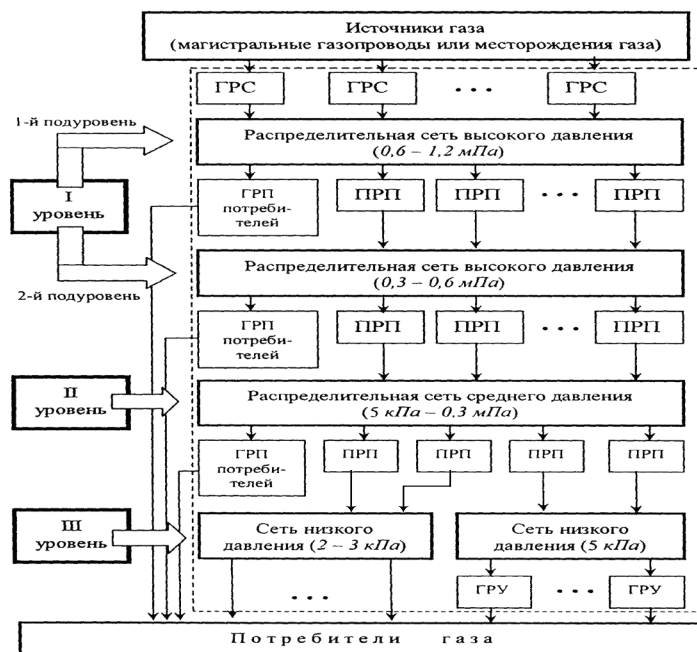


Рис. 1 – Структура многоуровневой газораспределительной сети

Режим работы каждого j -го регулятора давления (в дальнейшем ГРП) характеризуется следующими основными величинами:

$P_{j1}(t, \omega)$ – давление на входе ГРП;

$P_{j2}(u_j, t, \omega)$ – стабилизируемое давление на выходе ГРП;

$q_j(t, \omega)$ – расход газа в нагрузке (на выходе) ГРП;

u_j – управляемый параметр j -го ГРП;

$\omega \in \Omega$, где Ω — пространство элементарных событий; $\mathbf{B}$ — σ -алгебра событий из Ω ; $\mathbf{P}$ — вероятностная мера на $\mathbf{B}$ вероятностного пространства $(\Omega, \mathbf{B}, \mathbf{P})$, на котором определен поток σ -алгебр $\{B_t, t \in [0, T]\}$, т.е. семейство σ -алгебр $B_t \subset \mathbf{B}$, для которых из того, что $t < t_1$, следует $B_t \subset B_{t_1}$; $[0, T]$ — интервал управления.

Область допустимых режимов (ОДР) работы каждого j -го ГРП определяется системой двухсторонних ограничений диапазонов изменения каждой из рассмотренных величин:

$$P_{j1}^- \leq P_{j1}(t, \omega) \leq P_{j1}^+, \quad (2)$$

$$P_{j2}^- \leq P_{j2}(u_j, t, \omega) \leq P_{j2}^+, \quad (3)$$

$$q_j^- \leq q_j(t, \omega) \leq q_j^+, \quad (4)$$

где P_{j1}^- , P_{j1}^+ - соответственно, нижняя и верхняя границы диапазона изменения давления на входе j -го ГРП;

P_{j2}^- , P_{j2}^+ - нижняя и верхняя границы диапазона изменения стабилизируемого давления на выходе j -го ГРП;

q_j^- , q_j^+ - нижняя и верхняя границы диапазона изменения расхода природного газа в нагрузке j -го ГРП.

Система ограничений (2)-(4) определяет ОДР режимов работы j -го ГРП в нормальных условиях без байпассирования [3].

Учитывая, что основным возмущающим фактором режима работы ГРП является изменение расхода газа в его нагрузке, критерий технической устойчивости j -го ГРП – $J_{j2}(T)$ на интервале управления $[0, T]$ предлагается формализовать как вероятность того, что траектория случайного процесса $q_j(t, \omega)$ находится внутри интервала с заданными границами:

$$J_{j2}(T) = P(q_j^- \leq q_j(t, \omega) \leq q_j^+), \quad \forall \omega \in \Omega \wedge \forall t \in [0, T]. \quad (5)$$

Обозначим $f_j(q_j)$ плотность распределения случайной величины $q_j(t, \omega)$, тогда выражение (5), с учетом введенных обозначений, можно представить в виде:

$$J_{j2}(T) = P(q_j^- \leq q_j(t, \omega) \leq q_j^+) = \int_{q_j^-}^{q_j^+} f_j(q_j) dq_j \quad (6)$$

При решении реальных задач оперативного планирования режимов работы МГРС в качестве критерия технической устойчивости режима работы j -го ГРП будем использовать оценку (6) этого критерия. Имея оценки технической устойчивости каждого j -го ГРП k -го уровня газораспределительной сети МГРС, можно определить оценку технической устойчивости всей газораспределительной сети k -го уровня.

Оценку технической устойчивости газораспределительной сети k -го уровня $J_2^k(T)$ определим как:

$$J_2^k(T) = \min_{j \in L_k} J_{j2}(T) \quad (7)$$

Зная оценки технической устойчивости каждого k -го уровня газораспределительной сети $J_2^k(T)$, можно определить оценку технической устойчивости всей k -уровневой газораспределительной сети:

$$J_2(T) = \min_{j \in K} \min_{j \in L_k} J_{j2}(T) \quad (8)$$

Практическое использование выражения (7) означает, что техническая устойчивость k -го уровня газораспределительной сети определяется оценкой технической устойчивости худшего среди всех ГРП (ПРП) k -го уровня газораспределительной сети. Выражение (8) означает, что техническая устойчивость всей МГРС определяется оценкой технической устойчивости худшего среди всех ГРП (ПРП) МГРС. Из выражения (8) непосредственно следует следующее утверждение.

Утверждение. Если оценка технической устойчивости МГРС равна α , то техническая устойчивость любого ГРП (ПРП) на любом из её k -уровней будет больше либо равна α .

Имея оценки технической устойчивости МГРС на интервале управления $[0, T]$, можно перейти к формализации оценок качества функционирования МГРС.

1.2 Критерии качества функционирования МГРС

Для структуризации целевой функции задачи оперативного планирования режимов транспорта и распределения природного газа в МГРС необходимо определить и формализовать критерии качества функционирования МГРС.

Основной (качественной) целью управления режимами функционирования МГРС является обеспечение потребителей газом в требуемых количествах и в заданном диапазоне давлений.

Пусть $P_j(t, \omega)$ - фактическое, а $P_j^-(T)$ - минимально допустимое давление на входе j -го потребителя на интервале времени $[0, T]$.

Тогда для оценки качества функционирования МГРС на интервале времени $[0, T]$ относительно j -го потребителя $j \in N^k$ k -го уровня газораспределительной сети введем индикаторную функцию вида[4]:

$$\eta_{jn}^-(t, \omega) = \begin{cases} [P_j^-(T) - P_j(t, \omega)]^n, & \text{если } P_j(t, \omega) < P_j^-(T), \\ 0, & \text{если } P_j(t, \omega) \geq P_j^-(T). \end{cases} \quad (9)$$

и соответствующую ей случайную величину в виде функционала

$$J_{1jn}^{k-}(T, \omega) = \frac{1}{T} \int_0^T \eta_{jn}^-(t, \omega) dt, \quad (10)$$

который при различных $n = 0, 1, \dots$ будем использовать для получения системы косвенных оценок качества функционирования МГРС относительно j -го потребителя.

При $n=0$ математическое ожидание случайной величины (10) является косвенной оценкой вероятности возникновения дефицита в j -м узле k -го уровня газораспределительной сети на интервале $[0, T]$.

$$J_{1j0}^{k-}(T) = M_{\omega} \frac{1}{T} \int_0^T \eta_{j0}^-(t, \omega) dt \quad (11)$$

При $n=1$ математическое ожидание $J_{1j1}^{k-}(T, \omega)$ дает косвенную оценку $J_{1j1}^{k-}(T)$ – среднего значения величины дефицита природного газа в j -м узле МГРС на интервале времени $[0, T]$:

$$J_{1j1}^{k-}(T) = M_{\omega} \frac{1}{T} \int_0^T \eta_{j1}^{-}(t, \omega) dt \quad (12)$$

Зная оценки $J_{1j0}^{k-}(T)$ и $J_{1j1}^{k-}(T)$, можно построить оценки качества функционирования МГРС относительно всех ее потребителей. При этом критерий

$$J_{10}^{-}(T) = \max_{k \in K} \max_{j \in N_k} J_{1j0}^{k-}(T) \quad (13)$$

характеризует верхнюю оценку вероятности возникновения дефицита природного газа в узлах МГРС, а критерий

$$J_{11}^{-}(T) = \sum_{k=1}^K \sum_{j=1}^{N_k} J_{1j0}^{k-}(T) \quad (14)$$

характеризует суммарное значение величины дефицита природного газа во всех узлах газораспределительной сети МГРС на интервале времени $[0, T]$.

1.3 Критерии эффективности функционирования МГРС

В МГРС транспорт и распределение природного газа осуществляется за счёт потенциальной энергии природного газа, накопленной в магистральном газопроводе, т.е. практически без дополнительных энергетических затрат. Это приводит к необходимости формирования оценок эффективности функционирования МГРС на основе показателей непроизводительных потерь природного газа, связанных с утечками и авариями.

Известно [3], что, чем выше избыточное давление в узлах сети, тем больше объемы потерь природного газа в газораспределительной сети через микротрещины, свищи и другие виды нарушений герметичности стыков и соединений участков трубопроводов.

Для формализации этого критерия, аналогично (9), введем индикаторную функцию

$$\eta_{jn}^+(t, \omega) = \begin{cases} [P_j(t, \omega) - P_j^-(T)]^n, & \text{если } P_j(t, \omega) > P_j^-(T) \\ 0, & P_j(t, \omega) \leq P_j^-(T) \end{cases} \quad (15)$$

и соответствующей ей функционал

$$J_{1jn}^{k+}(T, \omega) = \frac{1}{T} \int_0^T \eta_{jn}^+(t, \omega) dt. \quad (16)$$

В этом случае математическое ожидание случайной величины (16) при $n = 0$, является косвенной оценкой вероятности возникновения избыточного давления в j -ом узле газораспределительной сети:

$$J_{1j0}^{k+}(T) = M_{\omega} \frac{1}{T} \int_0^T \eta_{j0}^+(t, \omega) dt. \quad (17)$$

При $n = 1$ математическое ожидание случайной величины (16) характеризует величину среднего избыточного давления в j -м узле k -го уровня газораспределительной сети:

$$J_{1j1}^{k+}(T) = M_{\omega} \frac{1}{T} \int_0^T \eta_{j1}^+(t, \omega) dt \quad (18)$$

Используя оценки (17), (18) аналогично (11), (12), получим выражения для критериев

$$J_{10}^+(T) = \max_{k \in K} \max_{j \in N_k} J_{1j0}^{k+}(T) \quad (19)$$

и

$$J_{11}^+(T) = \sum_{k=1}^K \sum_{j=1}^{N_k} J_{1j1}^{k+}(T), \quad (20)$$

характеризующих, соответственно, вероятность возникновения избыточного давления и суммарное избыточное давление во всех узлах газораспределительной сети. В реальных условиях численное значение критерия (19) практически равно единице и мало

информативно. Численное значение критерия (20) чрезвычайно информативно и позволяет оценить потенциально возможный объем непроизводственных потерь природного газа в МГРС. Именно этот критерий будем использовать при структуризации целевой функции задачи оперативного планирования режимов транспорта и распределения природного газа в МГРС.

2. Стохастическая модель стационарного режима транспорта и распределения природного газа в МГРС

Учитывая многоуровневую иерархическую структуру МГРС, ОДР транспорта и распределения природного газа в МГРС Ω_0 представим в виде:

$$\Omega_0 = \bigcup_{k \in K} \Omega_{0k}, \quad (21)$$

где Ω_{0k} – ОДР транспорта и распределения природного газа на $k \in K$ уровне газораспределительной $K = \{1, 2, 3\}$.. Не нарушая общности и сохраняя введенные ранее обозначения, имеем:

$$N = \bigcup_{k \in K} N^k, \quad L = \bigcup_{k \in K} L^k, \quad M = \bigcup_{k \in K} M^k. \quad (22)$$

Как уже отмечалось ранее, основными возмущающими факторами в МГРС являются случайные значения расходов природного газа $q_i(t, \omega), \forall i \in N^k$. Это приводит к тому, что давления в узлах сети, являющиеся неявными функциями от случайных значений расходов, также становятся случайными величинами, т.е. $P_i(t) = P_i(t, \omega), \forall i \in N^k$ и $P_j(t) = P_j(t, \omega), \forall j \in L^k$. Будем, как и ранее, предполагать, что $\forall i \in N^k : q_i(t, \omega) \approx N(q_i, \sigma_{q_i}^2)$, т.е. расходы природного газа на всех выходах газораспределительной сети каждого из $k \in K$ уровней имеют нормальные распределения с математическим ожиданием $\bar{q}_i$ и дисперсией $\sigma_{q_i}^2, \forall i \in N^k$. Если дисперсии расходов не очень велики ($\sigma_{q_i} \leq 20\% q_i$), то, с допустимой для практических расчетов точностью, можно принять, что и давления в узлах МГРС также будут распределены по нормальному закону, т.е. $P_i(t, \omega) \approx N(\bar{P}_i, \sigma_{P_i}^2), \forall i \in N^k$ и $P_j(t, \omega) \approx N(\bar{P}_j, \sigma_{P_j}^2), \forall j \in L^k$.

Эти предположения позволяют связать математические ожидания расходов и давлений в МГРС моделью установившегося

потокораспределения (УПР) [5] в МГРС. Эта модель является адекватной фактическим режимам только для математических ожиданий соответствующих случайных величин. Известно [6], что если математические ожидания и дисперсия случайного процесса являются постоянными величинами на некотором интервале времени $[0, T]$, то такой процесс на этом интервале времени является стационарным. По аналогии с этим, стохастическую модель стационарного режима транспорта и распределения природного газа в МГРС k -го уровня можно представить в виде:

$$M_{\omega} \left\{ c_r q_r(\omega) | q_r(\omega) |^{x_r-1} + \sum_{i \in M_1} b_{1ri} c_i q_i(\omega) | q_i(\omega) |^{x_i-1} \right\} = 0, \quad r \in M_2^k, \quad (23)$$

$$M_{\omega} \left\{ P_1^{\alpha}(\omega) - P_r^{\alpha}(\omega) + \sum_{i \in M_1} b_{1ri} c_i q_i(\omega) | q_i(\omega) |^{x_i-1} \right\} = 0, \quad r \in L_{22}^k, \quad (24)$$

$$M_{\omega} \left\{ P_r^{\alpha}(\omega) - P_1^{\alpha}(\omega) + \sum_{i \in M_1} b_{1ri} c_i q_i(\omega) | q_i(\omega) |^{x_i-1} \right\} = 0, \quad r \in N_{22}^k, \quad (25)$$

$$M_{\omega} \left\{ P_1^{\alpha}(\omega) - P_r^{\alpha}(\omega) + \sum_{i \in M_1} b_{1ri} c_i q_i(\omega) | q_i(\omega) |^{x_i-1} \right\} = 0, \quad r \in L_{21}^k, \quad (26)$$

$$M_{\omega} \left\{ P_r^{\alpha}(\omega) - P_1^{\alpha}(\omega) + \sum_{i \in M_1} b_{1ri} c_i q_i(\omega) | q_i(\omega) |^{x_i-1} \right\} = 0, \quad r \in N_{21}^k, \quad (27)$$

$$M_{\omega} \left\{ q_i(\omega) - \sum_{r \in M_2^k \cup L_{22}^k \cup N_{22}^k} b_{1ri} q_r(\omega) - \sum_{r \in L_{21}^k \cup N_{21}^k} b_{1ri} q_r(\omega) \right\} = 0, \quad i \in M_1^k \cup L_1^k, \quad (28)$$

где $M^k = M_1^k \cup M_2^k$ – множество реальных участков МГРС k -го уровня, где M_1^k – множество реальных ветвей дерева графа МГРС k -го уровня, M_2^k – множество реальных хорд графа; $L^k = L_1^k \cup L_2^k$ – множество фиктивных участков, соответствующих входам МГРС k -го уровня, где L_1^k – множество фиктивных ветвей дерева, соответствующих входам (L_{11}^k – с заданным расходом, L_{12}^k

– с заданным давлением), $L_2^k = L_{21}^k \cup L_{22}^k$ – множество фиктивных хорд дерева, соответствующих входам (L_{21}^k – с заданным расходом, L_{22}^k – с заданным давлением); $N^k = N_2^k$ – множество фиктивных участков МГРС, соответствующих выходам (потребителям) сети k -го уровня, где $N_2^k = N_{21}^k \cup N_{22}^k$ – фиктивные хорды дерева (N_{21}^k – с заданным расходом, N_{22}^k – с заданным давлением).

$P_r^\alpha(\omega)$ – давление на r -ом входе/выходе;

$q_j(\omega)$ – расход природного газа в j -й дуге;

c_i – коэффициент гидравлического сопротивления i -го участка трубопровода сети k -го уровня;

b_{lri} – элементы цикломатической матрицы $\mathbf{B}_1$ для сети k -го уровня.

α, χ_i – коэффициенты нелинейности математических моделей стационарного режима транспорта природного газа по участку трубопровода для сетей высокого, среднего и низкого давления [10].

Кроме того, как правило, необходимо учитывать дополнительные ограничения:

на расходы газа на всех регулирующих элементах

$$q_j^- \leq M_\omega \{q_j(\omega)\} < q_j^+, \quad j \in L^k \quad (29)$$

и на давления на выходах газораспределительной сети

$$P_j^- \leq M_\omega \{P_j(\omega)\} \leq P_j^+, \quad j \in N^k, \quad (30)$$

Кроме того, необходимо учитывать связи между каждым k и $k-1$ уровнями газораспределительной сети, т.е. тот факт, что выходы $k-1$ уровня являются входами k -го уровня. Формально это записывается следующим образом - $L^k \subset N^{k-1}$, а в качестве уравнения связи используется математическая модель регуляторов давления, которая имеет вид [7]:

$$P_j^{(k-1)-} = f(P_j^{(k)}, q_j^{(k)+}) \quad (31)$$

и связывает между собой минимально-допустимое давление на входе регулятора $P_j^{(k-1)-}$ с максимальным расходом через регулятор $q_j^{(k)+}$ и величиной стабилизируемого давления $P_j^{(k)}$ на его выходе.

Стохастическая модель стационарного режима транспорта и распределения природного газа в МГРС (23)-(31) позволяет рассчитывать стационарные режимы в МГРС для любого допустимого состава граничных условий, которые, для данной модели, задаются в виде математических ожиданий и дисперсий независимых переменных. Результатом решения системы уравнений и неравенств модели (23)-(31) являются математические ожидания и дисперсии зависимых переменных.

3. Математическая постановка стохастической задачи оптимизации режимов транспорта и распределения природного газа в многоуровневых городских газораспределительных сетях

Введенные критерии (13), (19), (20) позволяют структурировать целевую функцию задачи оптимизации режимов транспорта и распределения природного газа в МГРС следующим образом: критерий (20) выбираем в качестве основного (ведущего) и его минимизируем; критерии (13), (19) переводим в ограничения, при этом критерий режимной устойчивости (13) ограничиваем снизу величиной α , близкой к единице, а критерий вероятности возникновения дефицита в узлах газораспределительной сети (19) ограничиваем сверху. Таким образом, целевая функция многокритериальной задачи стохастической оптимизации режимов транспорта и распределения природного газа в МГРС принимает вид:

$$\sum_{k=1}^K \sum_{j=1}^{N_k} J_{1j1}^{k+}(T) \rightarrow \min_{x \in \Omega_0 \cap \Omega_1} \quad (32)$$

$$\Omega_1 : \min_{j \in K} \min_{j \in L_k} J_{j2}(T) \geq \alpha, \quad (33)$$

$$\max_{k \in K} \max_{j \in N_k} J_{1j0}^{k-}(T) \leq \beta, \quad (34)$$

где $\alpha \geq 0, \beta \geq 0$ – пороговые значения соответствующих критериев. ОДР определяется системой уравнений и неравенств модели стационарного режима транспорта и распределения природного газа в МГРС (23)–(31), которая для данной задачи, принимает вид:

$$\Omega_{0k} \cdot M_{\omega} \left\{ c_r q_r(\omega) |q_r(\omega)|^{x_r-1} + \sum_{i \in M_1} b_{1ri} c_i q_i(\omega) |q_i(\omega)|^{x_i-1} \right\} = 0, r \in M_2^k \quad (35)$$

$$M_{\omega} \left\{ P_1^{\alpha}(\omega) - P_r^{\alpha}(\omega) + \sum_{i \in M_1} b_{1ri} c_i q_i(\omega) |q_i(\omega)|^{x_i-1} \right\} = 0, \quad r \in L_{22}^k \quad (36)$$

$$M_{\omega} \left\{ q_i(\omega) - \sum_{r \in M_2^k \cup L_{22}^k \cup N_{22}^k} b_{1ri} q_r(\omega) - \sum_{r \in L_{21}^k \cup N_{21}^k} b_{1ri} q_r(\omega) \right\} = 0, \quad i \in M_1^k \cup L_1^k \quad (37)$$

$$q_j^- \leq M_{\omega} \{q_i(\omega)\} < q_j^+, \quad j \in L^k \quad (38)$$

$$P_j^- \leq M_{\omega} \{P_j(\omega)\} \leq P_j^+, \quad j \in N^k \quad (39)$$

Критерий (32) характеризует математическое ожидание суммы избыточных давлений во всех узлах многоуровневой газораспределительной сети, минимизация которого обеспечивает сокращение непроизводительных потерь природного газа, снижение рисков возникновения аварийных ситуаций и техногенных катастроф, связанных с утечками природного газа (взрывами, пожарами и т.п.).

Выполнение функционального ограничения (33) гарантирует то, что режимная устойчивость всех регуляторов давления (ГРС, ГРП, ПРП) на всех уровнях газораспределительной сети будет больше либо равна некоторому фиксированному числу $\alpha \approx 1$. При этом минимизируется вероятность автоматического отключения групп потребителей, находящихся в зоне нагрузки соответствующего регулятора (ГРС, ГРП, ПРП), и соответствующие потери, связанные с восстановлением режимов.

Выполнение функционального ограничения (34) гарантирует то, что вероятность возникновения дефицита природного газа во всех узлах газораспределительной сети будет меньше либо равно заданной величины $\beta \approx 0$.

С формальной точки зрения, задача (32)÷(39) относится к классу многокритериальных задач нелинейного стохастического программирования (НСП) с недифференцируемой, неявно заданной целевой функцией, решение которой ищется в виде решающего правила нулевого порядка, т.е. в виде детерминированного вектора $x^* = (\bar{q}_1^k, \bar{q}_2^k, \dots, \bar{q}_{l-1}^k, \sigma_{q_1^k}^2, \sigma_{q_2^k}^2, \dots, \sigma_{q_{l-1}^k}^2)$, $\forall k \in K$, компонентами которого являются математические ожидания и дисперсии расходов на каждом из входов МГРС.

Для решения задачи (32)÷(39) необходимо задать планируемые (прогнозируемые) значения объемов потребления природного газа всеми потребителями на интервале планирования $[0, T]$. Значения расходов задаются в виде прогнозов (условных математических ожиданий) объемов потребления природного газа каждым потребителем и величиной дисперсии этого прогноза. Фактически это означает, что при планировании режимов предполагается, что фактический объем потребления природного газа $q_i(T)$ i -м потребителем на интервале планирования $[0, T]$ является случайной величиной, распределенной по нормальному закону с математическим ожиданием $\bar{q}_i$ и дисперсией $\sigma_{q_i}^2$:

$$q_i(T, \omega) \approx N(\bar{q}_i, \sigma_{q_i}^2), \quad \forall i \in N^k. \quad (40)$$

Кроме того, должны быть заданы дисперсии стабилизируемых давлений на выходах всех регуляторов давлений (ГРС, ГРП, ПРП) МГРС.

4. Детерминированный эквивалент задачи НСП (32)÷(39)

Детерминированный эквивалент функции (32) можно получить путем подстановки в (32) выражений (3.36) и (3.33) и перехода от математического ожидания функции (3.36) к функции от математических ожиданий. Детерминированный эквивалент критериального ограничения (3.66) был получен ранее и имеет вид

(3.18). Аналогичным образом строится детерминированный эквивалент критериального ограничения (3.67) с использованием выражений (3.30) и (3.27).

Для получения детерминированного эквивалента системы модельных ограничений (3.70)÷(3.77) необходимо, как и ранее, перейти от математического ожидания соответствующих функций к функциям от математических ожиданий аргументов. Очевидно, что такая замена (в соответствии с неравенством Йенсена) приводит к смещению полученных результатов на некоторую величину, численное значение которой необходимо оценить по экспериментальным данным.

Таким образом, детерминированный эквивалент задачи оптимизации режимов транспорта и распределения природного газа в многоуровневой газораспределительной сети принимает вид:

$$\sum_{k=1}^K \sum_{j=1}^{N^k} (\bar{P}_j^k - \bar{P}_j^{k*}) \rightarrow \min_{x \in \Omega_0 \cap \Omega_1} \quad (41)$$

$$\Omega_1 : \min_{k \in K} \min_{j \in L^k} \left\{ \Phi_0 \left(\frac{m_{q_j^+}^k - c_j^k \sigma_{q_j^+}^k - \bar{q}_j^k}{\sigma_{q_j^+}^k} \right) - \Phi_0 \left(\frac{m_{q_j^-}^k + c_j^k \sigma_{q_j^-}^k - \bar{q}_j^k}{\sigma_{q_j^-}^k} \right) \right\} \geq \alpha \quad (42)$$

$$\max_{k \in K} \max_{j \in N^k} \left\{ \Phi_0 \left(\frac{\bar{P}_j^+ - a_j^k \sigma_{\bar{P}_j^+}^k \bar{P}_j^k}{\sigma_{\bar{P}_j^+}^k} \right) - \Phi_0 \left(\frac{\bar{P}_j^- - a_j^k \sigma_{\bar{P}_j^-}^k \bar{P}_j^k}{\sigma_{\bar{P}_j^-}^k} \right) \right\} \leq \beta, \quad (43)$$

$$\Omega_0 = \bigcup_{k \in K} \Omega_{0k}; G(V, E) = \bigcup_{k \in K} G_k(E^k, V^k);$$

$$N = \bigcup_{k \in K} N^k, L = \bigcup_{k \in K} L^k, M = \bigcup_{k \in K} M^k$$

$$\Omega_{0k} : f_r = c_r \bar{q}_r |\bar{q}_r|^{\lambda_r - 1} + \sum_{i \in M_1} b_{lr} c_i \bar{q}_i |\bar{q}_i|^{\lambda_i - 1} = 0, \quad r \in M_2^k, \quad (44)$$

$$f_r = \bar{P}_1^\alpha - \bar{P}_r^\alpha + \sum_{i \in M_1} b_{1ri} c_i \bar{q}_i |\bar{q}_i|^{\chi_i - 1} = 0, \quad r \in L_{22}^k, \quad (45)$$

$$\bar{q}_i = \sum_{r \in M_2^k \cup L_{22}^k \cup N_{22}^k} b_{1ri} \bar{q}_r + \sum_{r \in L_{21}^k \cup N_{21}^k} b_{1ri} \bar{q}_r, \quad i \in M_1^k \cup L_2^k, \quad (46)$$

$$\bar{q}_j \leq \bar{q}_j < q_j^+, \quad j \in L^k, \quad (47)$$

$$P_j^- \leq \bar{P}_j \leq P_j^+, \quad j \in N^k. \quad (48)$$

где x – вектор управления, компонентами которого являются математические ожидания и дисперсии расходов на каждом из входов МГРС, т.е. $x = (\bar{q}_1^k, \bar{q}_2^k, \dots, \bar{q}_{l-1}^k, \sigma_{q_1^k}^2, \sigma_{q_2^k}^2, \dots, \sigma_{q_{l-1}^k}^2)$, $\forall k \in K$; c_j^k, a_j^k – положительные константы, численное значение которых должно быть определено в процессе решения задачи.

Полученная задача (41)÷(48) относится к классу многокритериальных задач математического программирования общего вида с алгоритмически заданной, недифференцируемой целевой функцией (41), алгоритмически заданными недифференцируемыми критериальными ограничениями (42), (43), нелинейными ограничениями в виде равенств (44)÷(46) и двусторонней ограниченностью переменных (47), (48).

В настоящее время не существует общих методов решения задач такого типа. Специфической особенностью задачи (41)÷(48) является ее огромная размерность, особенно для газораспределительных сетей низкого и среднего давления (для $k \geq 2$). Это обстоятельство исключает возможность ее непосредственного решения. Применение системного подхода к решению столь масштабных задач приводит к необходимости декомпозиции исходной задачи (41)÷(48) на k (где k – количество уровней газораспределительной сети) однотипных задач оптимизации, которые решаются последовательно, начиная с нижнего уровня. Координация оптимальных решений между $k+1$ -ым и k -ым уровнями осуществляется путем учета условий согласования параметров газовых потоков,

определяемых математическими моделями регуляторов давления (ГРП, ПРП) и дополнительными условиями, характеризующими качество функционирования газораспределительной сети в зоне нагрузки соответствующего регулятора давления (ГРП, ПРП).

5. Алгоритм решения задачи оптимизации режимов транспорта и распределения природного газа в многоуровневых городских газораспределительных сетях

Исходными данными для решения задачи (41)÷(48) на интервале времени $[0, T]$ являются: плановые значения математических ожиданий расходов $\bar{q}_j, j \in N_2^k, k = \overline{1, K}$ и их дисперсии $\sigma_{q_j}^2$; дисперсии стабилизируемых давлений $\sigma_{p_i}^2, i \in L^k, k = \overline{1, K}$ на выходах всех регуляторов давлений (ГРС, ГРП, ПРП) МГРС.

Результатом решения задачи являются: оптимальное распределение математических ожиданий $\bar{q}_j^{(k)*}, j \in L^k, k = \overline{1, K}$ планируемых значений расходов газа на всех регуляторах давления на каждом из k уровней; дисперсии расходов через каждый из регуляторов $\sigma_{q_i}^2, i \in L^k, k = \overline{1, K}$ и дисперсии давлений на входах каждого из потребителей $\sigma_{p_j}^2, j \in N_2^k, k = \overline{1, K}$; математические ожидания давлений во всех узлах газораспределительной сети каждого из k уровней и математические ожидания расходов по каждому реальному участку трубопровода на каждом из k уровней МГРС.

Решение задачи оптимизации режима транспорта и распределения природного газа на каждом из k уровней МГРС осуществляется на основе трех модифицированных методов:

1. Деформируемого многогранника Нелдера-Мида [8];, обобщенного для случая решения задач условной оптимизации;
2. Гидравлического расчета газораспределительных сетей высокого, среднего и низкого давления, обобщенного для случая расчета многоуровневых газораспределительных сетей с алгоритмически заданной нижней границей минимально допустимого давления на каждом из ее выходов[5];
3. Расчета статистических свойств зависимых переменных математической модели стационарного режима транспорта и распределения природного газа в МГРС в зависимости от

статистических свойств независимых переменных на основе модифицированного метода статистической линейаризации системы нелинейных неявно заданных функций [9].

На рис.2 приведена блок-схема общего алгоритма решения задачи (41)÷(48) . Рассмотрим этот алгоритм более подробно.

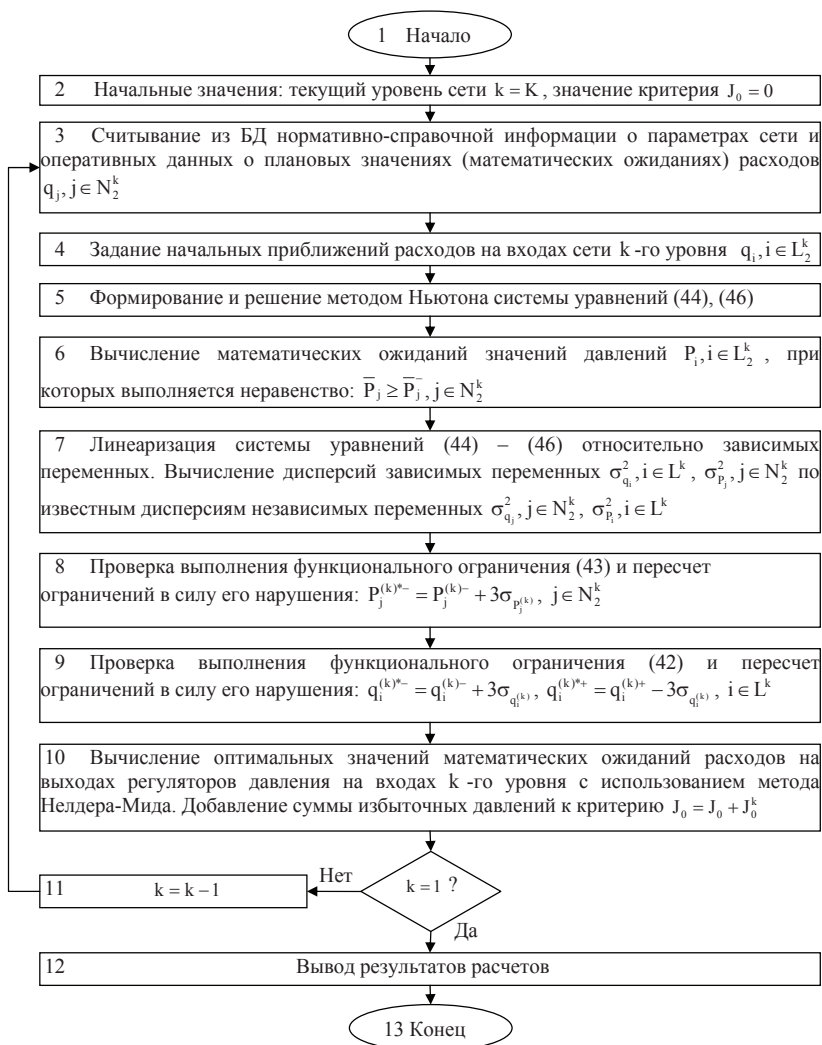


Рис. 2 – Блок-схема общего алгоритма решения задачи (41)÷(48) .

5.1 Для обеспечения совместного выполнения системы равенств (44),(46) и системы неравенств (47),(48), используем модифицированный метод гидравлического расчета, обобщенного для случая расчета многоуровневых газораспределительных сетей с поиском на каждом шаге «диктующей точки» [5].

Для решения этой задачи должны быть известны следующие начальные данные на каждом из k уровней МГРС:

1. Математическое ожидание расхода на входе k -го уровня: $\bar{q}_j, j \in L_2^k$;
2. Математическое ожидание расхода на выходе k -го уровня: $\bar{q}_i, i \in N_2^k$;
3. Минимально-допустимое давление на выходе k -го уровня: $\bar{P}_i, i \in N_2^k$.
4. Для получения начального распределения давлений решаем систему уравнений:

$$f_r = c_r \bar{q}_r |\bar{q}_r| + \sum_{i \in M_1} b_{1ri} c_i \bar{q}_i |\bar{q}_i| = 0, \quad r \in M_2^k; \quad (49)$$

$$\bar{q}_i = \sum_{r \in M_2^k \cup L_{22}^k \cup N_{22}^k} b_{1ri} \bar{q}_r + \sum_{r \in L_{21}^k \cup N_{21}^k} b_{1ri} \bar{q}_r, \quad i \in M_1^k \cup L_1^k. \quad (50)$$

Решив ее, получаем перепады давлений по всем дугам k -го уровня сети. Далее требуется найти «диктующую точку» [5]. Для определения диктующей точки будем использовать уравнение(45):

$$f_r = \bar{P}_r^2 - \bar{P}_1^2 + \sum_{i \in M_1} b_{1ri} c_i \bar{q}_i |\bar{q}_i| = 0, \quad r \in N_{22}^k. \quad (51)$$

Для r -го выхода ($r \in N_{22}^k$) задаем давление, равное минимально-допустимому $\bar{P}_r^-$. Далее рассчитываем по формуле (51) математическое ожидание давления на входе $\bar{P}_1$. Прделавав указанную операцию для всех $r \in N_{22}^k$ выходов, находим максимальное давление $\bar{P}_1$. Соответствующий ему номер выхода и будет «диктующей точкой».

Используя найденное давление $\bar{P}_1$, находим математические ожидания давлений на выходах. Для этого используем выражение

(51), в котором значение $\bar{P}_1$ - известно, $\bar{P}_r, r \in N_{22}^k$ - неизвестно. При этом гарантируется выполнение неравенства $\bar{P}_r \geq P_r^-$ для всех найденных таким образом $\bar{P}_r, r \in N_{22}^k$, причем только в самой «диктующей точке» r будет выполняться равенство $\bar{P}_r = P_r^-$.

5.2 Для обеспечения выполнения функциональных ограничений (47),(48) необходимо уметь рассчитывать статистические свойства зависимых переменных (математические ожидания и дисперсии) математической модели стационарного режима транспорта и распределения природного газа в зависимости от статистических свойств (математических ожиданий и дисперсий) независимых переменных на основе модифицированного метода статистической линеаризации системы нелинейных неявно заданных функций. Для решения этой задачи используем метод статистической линеаризации системы нелинейных неявно заданных функций. [9]. Для решения этой задачи должны быть известны следующие начальные данные на каждом из k уровней МГРС: математические ожидания давлений на входах k -го уровня сети $\bar{P}_j, j \in L^k$; математические ожидания расходов на выходах k -го уровня сети $\bar{q}_i, i \in N_2^k$; дисперсии давлений на входах k -го уровня сети: $\sigma_{P_j}^2, j \in L^k$; дисперсии расходов на выходах k -го уровня сети: $\sigma_{q_i}^2, i \in N_2^k$.

Результатами решения этой задачи являются: дисперсии расходов на входах k -го уровня сети $\sigma_{q_j}^2, j \in L^k$; дисперсии давлений на выходах k -го уровня сети $\sigma_{P_i}^2, i \in N_2^k$.

Представим зависимые переменные $q_j, j \in L^k$ и $P_i, i \in N_2^k$ в системе уравнений (44) – (46) виде неявных функций:

$$\bar{q}_j = q_j(\bar{P}_j, j \in L^k; \bar{q}_i, i \in N_2^k), j \in L^k; \quad (52)$$

$$\bar{P}_i = P_i(\bar{P}_j, j \in L^k; \bar{q}_i, i \in N_2^k), i \in N_2^k. \quad (53)$$

Для получения явного выражения для дисперсий воспользуемся методом статистической линеаризации. Получим:

$$\sigma_{q_j}^2 = \sum_{i \in N_2^k} \left[\frac{\partial \bar{q}_j}{\partial \bar{q}_i} \right]^2 \sigma_{q_i}^2 + \sum_{i \in L^k} \left[\frac{\partial \bar{q}_j}{\partial \bar{P}_i} \right]^2 \sigma_{P_i}^2, \quad j \in L^k; \quad (54)$$

$$\sigma_{P_j}^2 = \sum_{i \in N_2^k} \left[\frac{\partial \bar{P}_j}{\partial \bar{q}_i} \right]^2 \sigma_{q_i}^2 + \sum_{i \in L^k} \left[\frac{\partial \bar{P}_j}{\partial \bar{P}_i} \right]^2 \sigma_{P_i}^2, \quad j \in N_2^k. \quad (55)$$

Эти выражения получены в предположении, что ковариационная матрица случайных величин $\bar{P}_j, j \in L^k$ и $\bar{q}_i, i \in N_2^k$ диагональная (т.е. случайные величины независимы).

Для вычисления дисперсий далее требуется найти частные производные зависимых переменных по независимым переменным. Воспользуемся следующей системой уравнений:

$$f_r = c_r \bar{q}_r | \bar{q}_r | + \sum_{i \in M_1} b_{lr} c_i \bar{q}_i | \bar{q}_i | = 0, \quad r \in M_2^k; \quad (56)$$

$$f_r = \bar{P}_1^2 - \bar{P}_r^2 + \sum_{i \in M_1} b_{lr} c_i \bar{q}_i | \bar{q}_i | = 0, \quad r \in L_{22}^k; \quad (57)$$

$$f_r = -\bar{q}_r + \sum_{i \in M_2^k \cup L_{22}^k \cup N_{22}^k} b_{lr} \bar{q}_i + \sum_{i \in L_{21}^k \cup N_{21}^k} b_{lr} \bar{q}_i, \quad r \in M_1^k \cup L_1^k. \quad (58)$$

Искать производные будем из решения следующих систем линейных уравнений:

$$S_r = \begin{cases} \frac{\partial f_1}{\partial x_r} + \frac{\partial f_1}{\partial y_1} \cdot \frac{\partial y_1}{\partial x_r} + \dots + \frac{\partial f_1}{\partial y_m} \cdot \frac{\partial y_m}{\partial x_r} = 0, \\ \dots \\ \frac{\partial f_m}{\partial x_r} + \frac{\partial f_m}{\partial y_1} \cdot \frac{\partial y_1}{\partial x_r} + \dots + \frac{\partial f_m}{\partial y_m} \cdot \frac{\partial y_m}{\partial x_r} = 0, \end{cases} \quad (59)$$

где:

$f_r, r \in \overline{1, m}$ – уравнения системы (56) – (58);

$x_r \in V_x = \{ \bar{P}_j, j \in L^k; \bar{q}_i, i \in N_2^k \}$ – независимые переменные;

$y_r \in V_y = \{ q_j, j \in L^k; P_i, i \in N_2^k \}$ – зависимые переменные.

Систем такого вида будет $r = \overline{1, Card(V_x)}$. Эти системы однозначно разрешимы, так как однозначно разрешима исходная система (56) – (58). Соответственно, их определители отличны от нуля:

$$J_r = \frac{D(F_1, \dots, F_m)}{D(y_1, \dots, y_m)} \neq 0. \quad (60)$$

В явном виде решение каждой из систем можно записать следующим образом:

$$\frac{\partial y_1}{\partial x_r} = -\frac{\frac{D(F_1, \dots, F_m)}{D(x_r, \dots, y_m)}}{\frac{D(F_1, \dots, F_m)}{D(y_1, \dots, y_m)}}, \dots, \frac{\partial y_m}{\partial x_r} = -\frac{\frac{D(F_1, \dots, F_m)}{D(y_1, \dots, x_r)}}{\frac{D(F_1, \dots, F_m)}{D(y_1, \dots, y_m)}}. \quad (61)$$

5.3 Минимизация критерия (41)-суммы избыточных давлений в узлах МГРС сводится к следующей последовательности шагов:

1. При заданном начальном распределении математических ожиданий расходов на входах $q_j, j \in L^k$ и планируемых значений математических ожиданий расходов на выходах $q_i, i \in N_2^k$ k -го уровня сети, находим, в результате решения задачи гидравлического расчета (системы уравнений (44) – (46)), перепады давлений на всех участках трубопровода.
2. Находим «диктующую точку»;
3. Основываясь на давлении в «диктующей точке», находим давления на остальных выходах k -го уровня сети;
4. Далее находим сумму разностей текущего давления и минимально-допустимого на каждом выходе k -го уровня сети: $\sum_{i \in N_2^k} (P_j - P_j^-)$.

Полученная сумма и будет суммой избыточных давлений для k -го уровня. Для минимизации этой суммы по переменным $q_j, j \in L^k$ будем использовать метод деформируемого многогранника Нелдера-Мида, обобщенного для случая решения задач условной оптимизации, блок-схема которого представлена на рис. 3.

5.4 Метод деформируемого многогранника Нелдера-Мида, обобщенного для случая решения задач условной оптимизации.

Пусть $x_i^{(k)} = (x_{i1}^{(k)}, \dots, x_{ij}^{(k)}, \dots, x_{in}^{(k)})^T$, $i = \overline{1, n+1}$, является i -й вершиной (точкой) в E^n на k -ом этапе поиска, $k = 0, 1, \dots$, и пусть значение целевой функции в $x_i^{(k)}$ равно $f(x_i^{(k)})$. Кроме того, отметим те векторы x многогранника, которые дают максимальное и минимальное значение $f(x)$.

Определим

$$f(x_h^{(k)}) = \max \{f(x_1^{(k)}), \dots, f(x_{n+1}^{(k)})\}, \quad (62)$$

где $x_h^{(k)} = x_i^{(k)}$, и

$$f(x_l^{(k)}) = \min \{f(x_1^{(k)}), \dots, f(x_{n+1}^{(k)})\}, \quad (63)$$

где $x_l^{(k)} = x_i^{(k)}$. Поскольку многогранник в E^n состоит из $(n+1)$ вершин $x_1, \dots, x_{n+1}$, пусть x_{n+2} будет центром тяжести всех вершин, исключая x_h .

Тогда координаты этого центра определяются формулой

$$x_{n+2,j}^{(k)} = \frac{1}{n} \left[\left(\sum_{i=1}^{n+1} x_{ij}^{(k)} \right) - x_{hj}^{(k)} \right], \quad j = \overline{1, n}, \quad (64)$$

где индекс j обозначает координатное направление.

Процедура отыскания вершины в E^n , в которой $f(x)$ имеет лучшее значение, состоит из следующих операций:

1. Отражение – проектирование $x_h^{(k)}$ через центр тяжести в соответствии с соотношением

$$x_{n+3}^{(k)} = x_{n+2}^{(k)} + \alpha(x_{n+2}^{(k)} - x_h^{(k)}), \quad (65)$$

где $\alpha > 0$ является коэффициентом отражения; $x_{n+2}^{(k)}$ – центр тяжести; $x_h^{(k)}$ – вершина, в которой функция $f(x)$ принимает наибольшее из $n+1$ ее значений на k -ом этапе. Проецирование $x_{n+3}^{(k)}$ на многогранник согласно пункту 5.

2. Растяжение. Эта операция заключается в следующем:

если $f(x_{n+3}^{(k)}) \leq f(x_l^{(k)})$, то вектор $(x_{n+3}^{(k)} - x_{n+2}^{(k)})$ растягивается в соответствии с соотношением

$$x_{n+4}^{(k)} = x_{n+2}^{(k)} + \gamma(x_{n+3}^{(k)} - x_{n+2}^{(k)}), \quad (66)$$

где $\gamma > 1$ представляет собой коэффициент растяжения.

Проецирование $x_{n+4}^{(k)}$ на многогранник согласно пункту 5. Если $f(x_{n+4}^{(k)}) < f(x_l^{(k)})$, то $x_h^{(k)}$ заменяется на $x_{n+4}^{(k)}$ и процедура продолжается с операции 1. В противном же случае $x_h^{(k)}$ заменяется на $x_{n+3}^{(k)}$ и также осуществляется переход к операции 1.

3. Сжатие. Если $f(x_{n+3}^{(k)}) > f(x_l^{(k)})$ для всех $i \neq h$, то вектор $(x_h^{(k)} - x_{n+2}^{(k)})$ сжимается в соответствии с формулой:

$$x_{n+5}^{(k)} = x_{n+2}^{(k)} + \beta(x_h^{(k)} - x_{n+2}^{(k)}), \quad (67)$$

где $0 < \beta < 1$ представляет собой коэффициент сжатия. Проецируем $x_{n+5}^{(k)}$ на многогранник согласно пункту 5. Затем $x_h^{(k)}$ заменяем на $x_{n+5}^{(k)}$ и переходим к операции 1.

4. Редукция. Если $f(x_{n+3}^{(k)}) > f(x_h^{(k)})$, все векторы $(x_i^{(k)} - x_l^{(k)})$, $i = \overline{1, n+1}$, уменьшаются в 2 раза с отсчетом от $x_l^{(k)}$ в соответствии с формулой

$$x_i^{(k)} = x_l^{(k)} + 0.5(x_i^{(k)} - x_l^{(k)}), \quad i = \overline{1, n+1}. \quad (68)$$

Затем переходим к операции 1 для продолжения поиска.

5. Проекция на многогранник. Производится для всех переменных $x_i^{(k)}$ по каждой координате. Если $x_{ij}^{(k)} < x_{.j}^{\min}$, то производится замена: $x_{ij}^{(k)} = x_{.j}^{\min}$. Если $x_{ij}^{(k)} > x_{.j}^{\max}$, то производится замена: $x_{ij}^{(k)} = x_{.j}^{\max}$:

$$x_i^{(k)} = \pi_{\Omega}(x_i^{(k)}); \quad (69)$$

$$\pi_{\Omega}(x_j) = \begin{cases} x_{.j}^{\min}, & x_{ij}^{(k)} < x_{.j}^{\min} \\ x_{.j}^{\max}, & x_{ij}^{(k)} > x_{.j}^{\max} \end{cases}, \quad (70)$$

где

$$\Omega = \{x_j | x_j^- \leq x_j \leq x_j^+, j \in \overline{1, n}\}. \quad (71)$$

Критерий окончания поиска, использованный Нелдером и Мидом, состоит в проверке условия

$$\left\{ \frac{1}{n+1} \sum_{i=1}^{n+1} [f(x_i^{(k)}) - f(x_{n+2}^{(k)})]^2 \right\}^{1/2} \leq \varepsilon, \quad (72)$$

где ε – произвольное малое число, а $f(x_{n+2}^{(k)})$ – значение целевой функции в центре тяжести $x_{n+2}^{(k)}$.

Для проектирования на многогранник требуется указать нижнюю и верхнюю границу для расходов $\bar{q}_j, j \in L^k$, а для подсчета суммы избыточных давлений – нижнюю границу (минимально-допустимое давление) для выходов k -го уровня сети: $P_i^-, i \in N_2^k$.

Для обеспечения выполнения функционального ограничения (42), скорректируем ограничения на изменения расходов на каждом из регуляторов давления МГРС k -го уровня. Новые границы будут иметь вид:

$$q_j^{*-} \leq \bar{q}_j \leq q_j^{*+}, j \in L^k, \quad (73)$$

где

$$q_j^{*-} = q_j^- + 3\sigma_{q_j}, j \in L^k; \quad (74)$$

$$q_j^{*+} = q_j^+ - 3\sigma_{q_j}, j \in L^k. \quad (75)$$

Такое сокращение диапазона изменения планируемых расходов природного газа на каждом из регуляторов давления МГРС k -го уровня сжимает ОДР режимов транспорта и распределения природного газа в МГРС k -го уровня, однако гарантирует, выполнение функционального ограничения (42) т.е.удовлетворение критерию технической устойчивости k -го уровня сети:

$$P(q_j^{*-} \leq \bar{q}_j \leq q_j^{*+}) \geq \alpha, j \in L^k, \quad (76)$$

где $\alpha \approx 1$. И при этом гарантируем, что полученное решение будет фактически более устойчивым, чем расчетное.

Для обеспечения выполнения функционального ограничения (43),скорректируем значение минимально-допустимого давления на входе каждого из потребителей k -го уровня МГРС.

$$P_i^{*-} = P_i^- + 3\sigma_{P_i}, i \in N_2^k. \quad (77)$$

В этом случае удовлетворение всех потребителей k -го уровня МГРС в необходимом количестве природного газа будет происходить с вероятностью большей или равной $\beta \approx 0.9975$.

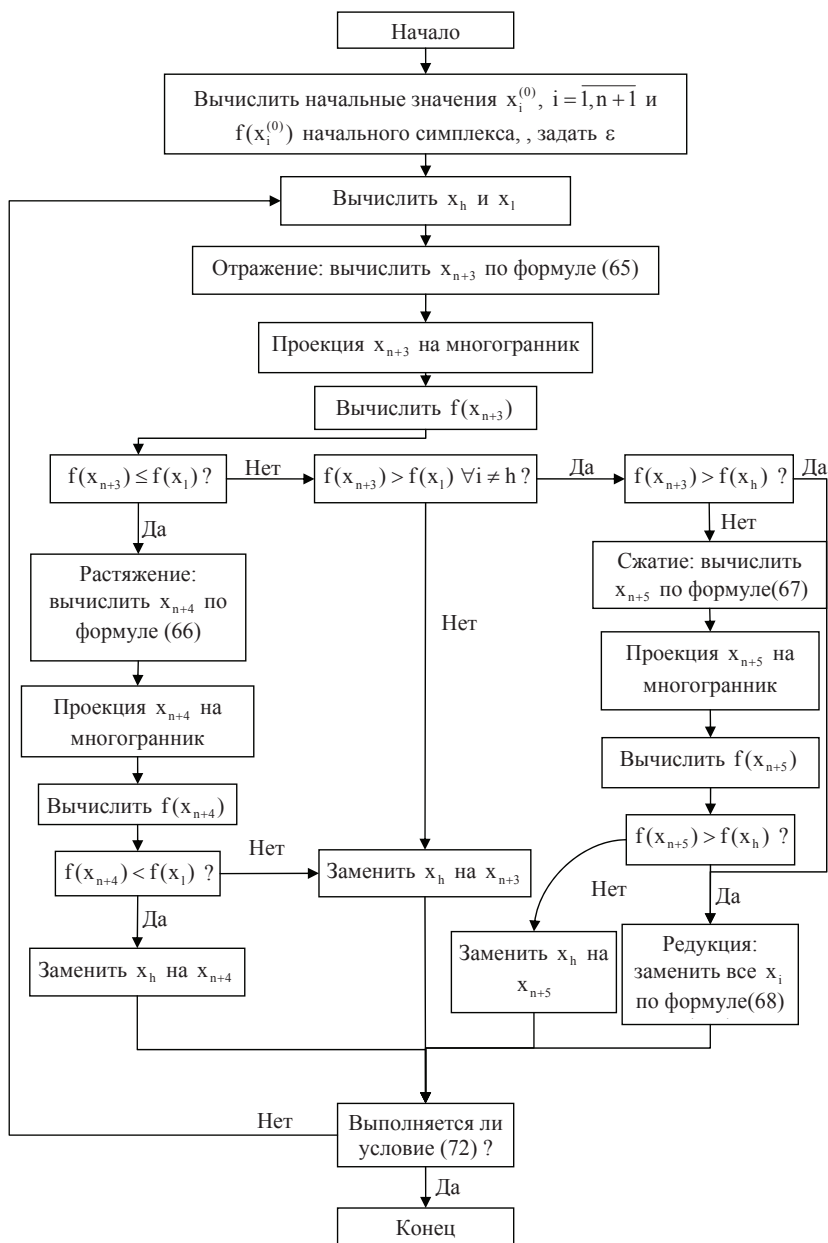


Рис.3 – Блок-схема модифицированного метода Нелдера-Мида

6. Пример решения задачи оптимизации режимов транспорта и распределения природного газа в городских газораспределительных сетях

Не нарушая общности, рассмотрим решение задачи (41) – (48) для сети высокого давления МГРС г.Харькова.

Технологическая схема сети включает в себя:

- пять ГРС на входах (источники), четыре из которых находятся в работе;
- двадцать два ГРП на выходах (потребители).

Для каждого участка технологической схемы сети также известны: длина участка трубопровода; внутренний диаметр трубы.

Оперативные данные по сети приведены в следующих таблицах:

Таблица 1

Оперативные данные о планируемых (прогнозируемых) значениях расходов природного газа, их дисперсиях и минимально-допустимое давление по выходам (ГРП) сети.

№ ГРП	Мат. ожидание плановых значений расходов (тыс.м ³ /час) $\bar{q}_j, j \in N_2$	Дисперсии расходов $\sigma_{q_j}^2, j \in N_2$	Минимально-допустимое давление (атм.)	Максимально-допустимое давление (атм.)
1	0.101221	0.000071151	2.5	5.0
2	0.483613	0.00162417	2.5	5.0
3	0.0562341	0.0000219603	2.5	5.0
4	0.0562341	0.0000219603	2.5	5.0
5	0.337404	0.000790568	2.5	5.0
6	6.18575	0.265719	2.5	5.0

№ ГРП	Мат. ожидание плановых значе- ний расходов (тыс.м ³ /час) $\bar{q}_j, j \in N_2$	Дисперсии расходов $\sigma_{q_j}^2, j \in N_2$	Минимально- допустимое давление (атм.)	Максимально- допустимое давление (атм.)
7	1.79949	0.0224873	2.5	5.0
8	0.168702	0.000197642	2.5	5.0
9	0.674809	0.00316227	2.5	5.0
10	0.337404	0.000790568	2.5	5.0
11	0.236183	0.000387378	2.5	5.0
12	0.674809	0.00316227	2.5	5.0
13	14.786	1.51823	3.9	5.0
14	56.1242	21.8745	2.5	5.0
15	46.6152	15.0903	2.9	5.0
16	56.2254	21.9535	2.8	5.0
17	43.8865	13.3753	3.0	5.0
18	55.9192	21.715	3.9	5.0
19	36.0537	9.02685	3.6	5.0
20	34.308	8.17386	3.6	5.0
21	14.5063	1.46133	3.6	5.0
22	37.4638	9.74678	3.9	5.0

Для получения перепадов давлений на всех участках трубопровода задаем начальное распределение расходов по входам сети (табл. 2) решаем систему уравнений (49)-(50) для заданных зна-

чений математических ожидание плановых значений расходов $\bar{q}_j, j \in N_2$ и начальном распределении расходов по входам (ГРС).

Таблица 2

Начальное распределение расходов по входам (ГРС)

№ ГРС	1	2	3	4
Мат. ожидание расхода $\bar{q}_i, i \in L$ (тыс.м ³ /час)	158.0	123.0	90.0	36.0

Следующим этапом задачи оптимизации является – поиск «диктующей точки». Результаты расчёта «диктующей точки» и математических ожиданий давлений на входах ГРП $\bar{P}_r, r \in N_2$ представлены в табл. 3.

Таблица 3

Результаты расчета математических ожидание давлений на входах ГРП

$$\bar{P}_r, r \in N_2$$

№ ГРП	Минимально-допустимое давление (атм.)	Рассчитанные математические ожидания давления $\bar{P}_r, r \in N_2$ с учетом диктующей точки (атм.)
1	2.5	4.20777
2	2.5	4.29885
3	2.5	3.51125
4	2.5	3.74182
5	2.5	3.83762
6	2.5	3.95843
7	2.5	4.49701
8	2.5	4.06105
9	2.5	4.18394

№ ГРП	Минимально-допустимое давление (атм.)	Рассчитанные математические ожидания давления $\bar{P}_r, r \in N_2$ с учетом диктующей точки (атм.)
10	2.5	4.13618
11	2.5	3.59875
12	2.5	4.19723
13	3.9	3.90000
14	2.5	3.32433
15	2.9	3.47511
16	2.8	3.47464
17	3.0	3.55595
18	3.9	4.25811
19	3.6	4.12891
20	3.6	4.09277
21	3.6	3.9602
22	3.9	3.95433

Как следует из табл. 3, все расчётные значения давлений выше своих минимально-допустимых и только в «диктующей точке» достигается равенство.

Следующий этап решения задачи оптимизации – вычисление дисперсий зависимых переменных ($\sigma_{q_i}^2, i \in L, \sigma_{p_j}^2, j \in N_2$) в точке разложения системы (49)-(50) в зависимости от дисперсий независимых переменных ($\sigma_{p_i}^2, i \in L, \sigma_{q_j}^2, j \in N_2$). Исходными данными для решения задачи являются математические ожидания и дисперсии расходов на выходе сети (табл. 1), математические ожидания и дисперсии давлений на входах сети (табл. 4).

Таблица 4

Исходные данные по входам сети

№ ГРС	Математическое ожидание давления $\bar{P}_i$, (атм.)	Дисперсия давления $\sigma_{P_i}^2, i \in L$
1	4.5000	0.000486063
2	4.5000	0.000392794
3	4.5000	0.000550143
4	4.1000	0.000453986

В таблицах (5) и (6) приведены результаты расчетов соответствующих дисперсий.

Таблица 5

Рассчитанные значения дисперсий расходов по входам (ГРС)

№ ГРС	1	2	3	4
Дисперсия расхода $\sigma_{q_i}^2, i \in L$	18.2713	29.9159	16.2295	68.4038

Таблица 6

Рассчитанные значения дисперсий давлений по выходам (ГРП)

№ ГРП	Дисперсия давления $\sigma_{P_j}^2, j \in N_2$
1	0.000465204
2	0.000476635
3	0.00306604
4	0.000927772
5	0.000534737

№ ГРП	Дисперсия давления $\sigma_{p_j}^2, j \in N_2$
6	0.000371611
7	0.000257968
8	0.000218084
9	0.000460977
10	0.000517596
11	0.0030222
12	0.000451467
13	0.00116763
14	0.0104464
15	0.00378838
16	0.00370203
17	0.00243463
18	0.000427894
19	0.000543994
20	0.000580911
21	0.000998346
22	0.00112356

Рассчитав дисперсии давления на выходе и расхода на входе, переходим непосредственно к оптимизации режима газораспределительной сети.

Исходные данные для задачи оптимизации указаны в табл. 1.

Диапазон изменения расхода природного газа по каждой ГРС ограничен следующими значениями:

$$q_i^+ = 20.8333 \leq q_i \leq 208.333 = q_i^-, i \in L.$$

Начальные приближения расходов природного газа по каждой ГРС для метода Нелдера-Мида имеют вид:

$$\begin{aligned}\bar{q}^0 &= \{36.0; 123.0; 90.0\} & \bar{q}^1 &= \{125.0; 104.167; 58.33\}; \\ \bar{q}^2 &= \{125.0; 83.33; 0.0\}; & \bar{q}^3 &= \{137.5; 83.33; 41.66\}.\end{aligned}$$

Скорректированные $P_j^{*-}, j \in N_2$ представлены в табл.7.

Таблица 7

Скорректированные минимально-допустимые давления $P_j^{*-}, j \in N_2$

№ ГРП	Минимально-допустимое давление $P_j^-, j \in N_2$ (атм.)	Скорректированное минимально-допустимое давл. $P_j^{*-}, j \in N_2$ (атм.)
1	2.5	2.56471
2	2.5	2.5655
3	2.5	2.66612
4	2.5	2.59138
5	2.5	2.56937
6	2.5	2.55783
7	2.5	2.54818
8	2.5	2.54430
9	2.5	2.56441
10	2.5	2.56825
11	2.5	2.66492
12	2.5	2.56374
13	3.9	4.00251
14	2.5	2.80662
15	2.9	3.08465
16	2.8	2.98253

№ ГРП	Минимально-допустимое давление $P_j^-, j \in N_2$ (атм.)	Скорректированное минимально-допустимое давл. $P_j^{*-}, j \in N_2$ (атм.)
17	3.0	3.14803
18	3.9	3.96206
19	3.6	3.66997
20	3.6	3.67231
21	3.6	3.69479
22	3.9	4.00056

Скорректированные значения границ изменения расходов на входах (ГРС) q_j^- и $q_j^+, j \in L$ представлены в табл.8

Таблица 8

Скорректированные значения q_j^- и $q_j^+, j \in L$

№ ГРС	Минимальный расход $q_i^-, i \in L$ (тыс. м ³ /час)	Скорректированный минимальный расход $q_i^{*-}, i \in L$ (тыс. м ³ / час)	Максимальный расход $q_i^+, i \in L$ (тыс. м ³ / час)	Скорректированный максимальный расход $q_i^{*+}, i \in L$ (тыс. м ³ / час)
1	0.5	0.807764	5.0	4.69224
2	0.5	0.893807	5.0	4.60619
3	0.5	0.790058	5.0	4.70994
4	0.5	1.09549	5.0	4.40451

С учетом введенных ограничений, сумма избыточных давлений для точек начальных приближений равна: $\bar{q}^0 : 22.6165$; $\bar{q}^1 : 27.2674$; $\bar{q}^2 : 29.1340$; $\bar{q}^4 : 21.9298$. Допустимая погрешность вычислений была принята равной $\varepsilon = 10^{-4}$.

С заданной точностью вычислений метод Нелдера-Мида сошелся за 61 итерацию. Достигнутая погрешность: 0.0000865913.

Точка оптимума:

$$\{q_{\text{ГРС}\text{№}1} = 173.472 (\text{тыс. м}^3 / \text{час}); q_{\text{ГРС}\text{№}2} = 37.6645 (\text{тыс. м}^3 / \text{час}); \\ q_{\text{ГРС}\text{№}3} = 32.971 (\text{тыс. м}^3 / \text{час}); q_{\text{ГРС}\text{№}4} = 162.892 (\text{тыс. м}^3 / \text{час})\}$$

Сумма избыточных давлений в точке оптимума: $J_0 = 20.1257$ (атм.). Численные значения критерия технической устойчивости соответственно равны: $q_{\text{ГРС}\text{№}1} : J_{j_2}^- = 1.0$; $q_{\text{ГРС}\text{№}2} : J_{j_2}^- = 0.998955$; $q_{\text{ГРС}\text{№}3} : J_{j_2}^- = 0.998706$; $q_{\text{ГРС}\text{№}4} : J_{j_2}^- = 1.0$.

ВЫВОДЫ

1. Введены и формализованы критерии качества и эффективности функционирования МГРС, в том числе критерий технической (режимной) устойчивости многоуровневой газораспределительной сети, использование которого позволило минимизировать вероятность неуправляемого перехода на режимы байпасирования на регулирующих элементах многоуровневой газораспределительной сети и ограничения потребителей в природном газе, а также критерии, характеризующие, соответственно, суммарное значение величины дефицита природного газа и суммарное избыточное давление во всех узлах МГРС на интервале времени $[0, T]$.
2. Сформулирован новый класс многокритериальных задач нелинейного стохастического программирования оптимизации режимов транспорта и распределения природного газа в городских системах газоснабжения, отличающийся от известных как недифференцируемостью и алгоритмическим заданием частных критериев, так и видом системы ограничений, использование которой позволяет получать оптимальные по ряду критериев решения, устойчивые к прогнозируемому уровню стохастических возмущений.
3. Получен детерминированный эквивалент многокритериальной нелинейной задачи стохастического программирования в виде задачи нелинейного математического программирования с недифференцируемой, алгоритмически заданной

целевой функцией, нелинейными функциональными ограничениями в виде неравенств, нелинейными ограничениями в виде равенств и двусторонней ограниченностью переменных.

4. Разработан эффективный алгоритм решения детерминированного эквивалента многокритериальной задачи НСП оптимизации режимов транспорта и распределения природного газа в МГРС на основе трех модифицированных методов:

- деформируемого многогранника Нелдера-Мида, обобщенного на случай решения задач условной оптимизации;
- гидравлического расчета, обобщенного на случай расчета многоуровневых газораспределительных сетей, и алгоритмически заданной нижней границей минимально допустимого давления на каждом из ее выходов;
- расчета статических свойств зависимых переменных математической модели стационарного режима транспорта и распределения природного газа в МГРС в зависимости от статических свойств независимых переменных на основе модифицированного метода статической линеаризации системы нелинейных не явно заданных функций.

5. Приведены результаты численного анализа решения детерминированного эквивалента задачи оптимизации режимов транспорта и распределения природного газа для сети высокого давления МГРС г.Харькова

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Евдокимов А.Г., Тевяшев А.Д. Оперативное управление потокораспределением в инженерных сетях. – Харьков: Вища. школа. Изд-во при Харьковском государственном университете, 1980. – 144 с.
2. Тевяшев А.Д., Ткаченко В.Ф., Попов А.В. Об одном классе задач оперативного планирования режимов работы многоуровневых газораспределительных сетей // Радиоэлектроника и информатика. – 2007. – №. 3. – С. 103-110.
3. Баясанов Д.Б., Ионин А.А. Распределительные системы газоснабжения. – М.: Стройиздат, 1977. – 406 с.

-
4. Евдокимов А.Г., Тевяшев А.Д., Дубровский В.В. Моделирование и оптимизация потокораспределения в инженерных сетях. – М.: Стройиздат, 1990. – 365 с.
 5. Евдокимов А.Г., Дубровский В.В., Тевяшев А.Д., Потокораспределение в инженерных сетях. – М.: Стройиздат, 1979.- 199 с.
 6. Скороход А.В. Лекції з теорії випадкових процесів. – К.: Либідь, 1990. – 168 с.
 7. Регуляторы давления универсальные типа РДУК2/ паспорт и инструкция по эксплуатации. – Могилев-Подольский ремонтно-механический завод коммунального оборудования, 1977. 20 с.
 8. Химмельблау Д. Прикладное нелинейное программирование. – М.: Мир, 1975. – 534 с.
 9. Фихтенгольц Г.М. Курс дифференциального и интегрального исчисления. Том 1. – М.: Наука, 1969, - 607 с.
 10. ДБН В.2.5-20-2001. «Газоснабжение» Госстрой Украины. Киев 2001, - 68 с.

О ВАЖНОСТИ КОМПЛЕКСНОГО ПОДХОДА ПРИ НАПИСАНИИ И РЕАЛИЗАЦИИ МУНИЦИПАЛЬНЫХ ПРОГРАММ

Резлер С. И.

1. О важности комплексного подхода при написании и реализации муниципальных программ.

Успешное решение социально-экономических проблем муниципальных образований во многом зависит от проведения жилищно-коммунальной реформы. Простых решений проблемы снижения затрат на ЖКУ и энергоснабжение не существует. Желание с помощью простых решений сделать «как лучше» приводит к результату «как всегда».

Любой эффективный механизм является комплексным, в нем органично взаимодействуют экономические, финансовые, организационные, информационные и технические элементы. Пренебрежение хотя бы одним из них приводит к неработоспособности всего механизма. Например, стабильная бюджетная экономия от установки приборов учета и мер по повышению энергоэффективности требует изменений в правилах лимитирования и финансирования энергопотребления, создания системы технического обслуживания и ремонта приборов учета, изменения расчетов за энергоресурсы, введение нового документооборота и расчетных процедур, создания структур, осуществляющих мониторинг экономики и т. д.

Однако в сознании все еще преобладает надежда на существование простых механизмов. И зачастую модернизация ЖКХ сводится к «латанию дырявых труб».

В последнее время наиболее популярными мероприятиями по реформированию и модернизации энергосистем в сфере ЖКХ стали муниципальные целевые программы. Например, с 2009 г. практически по всем субъектам РФ проводится целевая программа перехода на оплату за предоставленные энергоресурсы по показаниям приборов учета. В отличие от многих других целевых программ, которые имеют в основном декларативный характер,

это мероприятие имеет финансовую и законодательную поддержку. Но практически, ни один муниципалитет не предпринял параллельные программно-целевые меры, направленные на оздоровление теплогенерирующих предприятий.

Анализ попыток внедрения учета потребления энергоресурсов показывает, что комплексный подход в организации учета, как одного из основных инструментов организации эффективной работы поставщиков энергоресурсов, отсутствует. С другой стороны, у потребителей энергоресурсов так же отсутствует стимулирование их использования. И то, что экономические, организационные и информационные элементы программы практически не учтены, эффективность ее внедрения сводится если не к нулю, то к минимуму.

Внедряемые время от времени мероприятия по повышению энергоэффективности не имеют системного характера и комплексного подхода при их внедрении, носят в основном, косметический характер, не затрагивая проблемы экономии ресурсов и снижения потерь в процессе их движения между субъектами хозяйствования и поступления к потребителю. Такая ситуация обусловлена, как правило, отсутствием в администрации муниципального образования структуры, укомплектованной специалистами, способными профессионально контролировать и управлять процессом реформирования ЖКХ и модернизации инженерных систем в комплексе – от генерирования энергоресурсов, до их непосредственного потребления. В этом случае, генерирующие предприятия, как наиболее развитая, с высоким профессиональным потенциалом, инженерно-техническая структура ТЭК муниципального образования, должны как минимум, контролировать разработку и реализацию целевых муниципальных программ в области энергосбережения. А в лучшем случае, принимать непосредственное участие в разработке всех мероприятий в этом направлении, тем самым, управлять процессами реформирования и модернизации инженерных систем, в том числе и потребителей энергоресурсов, что позволит прогнозировать и использовать результаты реализуемых мероприятий с максимальной эффективностью для собственной производственной деятельности.

2. О стандартных ошибках при написании и реализации программ принимаемых без учета необходимости комплексного подхода.

Разработка и реализация мероприятий по энергосбережению зачастую носят спонтанный характер. Непрозрачность финансовых потоков и отсутствие нормативно-правовой базы создают инвестиционную непривлекательность предприятий теплоэнергетики. Городской бюджет выступает практически единственным источником реализации проектов по энергосбережению в инфраструктуре города. Управленческие решения в вопросах повышения эффективности использования энергоресурсов носят интуитивный характер. Целостная система управления процессами энергопотребления отсутствует. В городской администрации, как правило, отсутствуют специалисты, владеющие вопросами энергоменеджмента. Большинство программ используются для «выбивания» средств из государственного бюджета и их дальнейшее перераспределение в рамках распорядителя средств на «нужные» цели. При этом исполнителей очень редко интересует реальное выполнение программы.

Отсутствие комплексного видения взаимосвязи всех сторон местного энергетического сектора не позволяет сформулировать действенные программы реформирования жилищно-коммунального хозяйства городов.

Вот неполный список типичных ошибок написания и реализации программ:

1. На проблему повышения эффективности использования энергоресурсов смотрят, в первую очередь, как на задачу инженерно-техническую и значительно меньше как на задачу организационно-управленческую.
2. Не отводится надлежащее внимание развитию собственного кадрового потенциала для разработки и внедрения энергоэффективной политики в сфере потребления энергоресурсов.
3. Недооценивается потребность в детальной информации, которая характеризует динамику процессов потребления энергоресурсов объектами на различных временных интервалах, а

также в применении специального инструментария для сбора и обработки больших объемов информации.

Так же, необходимо отметить фактическое отсутствие такого важного на муниципальном уровне документа, как стратегия повышения энергоэффективности городского хозяйства (что по своей сути предполагает комплексный подход), которая бы опиралась на установленные целевые показатели, сроки достижения поставленных целей и обоснованный механизм привлечения инвестиций в эту сферу. Такой документ должен определять развитие эффективного городского коммунального рынка энергообеспечения, отношения муниципалитетов с операторами рынка, проводить анализ слабых мест системы и определение приоритетов, показывать, как избежать возможных социальных последствий неэффективного энергоснабжения.

3. Безусловная необходимость внедрения АСКУЭ.

В настоящее время положение вещей в сфере учета потребления энергоресурсов удерживает развитие рыночных отношений в экономике ЖКХ, способствует их бесхозяйственному использованию, препятствует эффективному внедрению энергосберегающих мероприятий.

Повышение эффективности работы энергоснабжающего предприятия требует максимальной оптимизации производства энергии, откуда вытекает необходимость внедрения энергосберегающих технологий, что возможно только при использовании АСКУЭ

В энергетике АСКУЭ - самая точная система измерения. Система создает налаженный коммерческий учет, локализует потери и хищения энергоресурсов, позволяет анализировать работу каждого объекта и, соответственно, планировать действия с максимальной эффективностью. В дополнение – это незаменимый инструмент для разрешения споров между энергоснабжающими организациями и потребителями.

Внедрение АСКУЭ может обеспечить значительную экономию денежных средств по оплате энергоресурсов. Это позволит снять необоснованную экономическую нагрузку со всех групп потребителей и в первую очередь с предприятий бюджетной сферы.

АСКУЭ ведёт к существенному сокращению потерь, а это дает возможность изыскать ресурсы на дальнейшее развитие.

АСКУЭ позволяет автоматизировать и расчёты с потребителями, организовать биллинг, что как правило, приводит к увеличению сбора платежей с населения. Перспектива интеграции с финансово – расчетными структурами, открывает также большие перспективы: есть возможность контролировать платежи и сокращать сроки выставления платежных документов.

АСКУЭ делает порядок расчетов за энергоресурсы прозрачным, как для поставщика, так и для потребителя. Экономический эффект от АСКУЭ по всем технико-экономическим обоснованиям и заключениям экспертов — 10-15%.

Помимо экономического эффекта, внедрение АСКУЭ позволит значительно улучшить деятельность теплоснабжающих предприятий и в инженерно-техническом аспекте. Интегрируя АСКУЭ в производственную деятельность можно реализовать автоматизированное оперативное диспетчерское управление и контроль, повысить оперативность аварийных служб, используя косвенные расчетные методики и анализ – организовывать планово-предупредительные ремонты и планировать техническое перевооружение предприятия.

Система АСКУЭ позволяет получить полную картину энергопотребления и распределения энергоресурсов, создает инвестиционную привлекательность предприятия и предоставляет возможность решить весь комплекс задач по оптимизации энергоснабжения объектов.

В дополнение можно отметить, что возможности современных коммуникационных систем и информационных технологий позволяют реализовать мощные, разветвленные АСКУЭ в довольно короткие сроки, а эффективность от внедрения АСКУЭ подтверждена многолетней практикой промышленных предприятий.

4. Необходимость нахождения баланса интересов потребителей, транспортировщиков и производителей тепловой энергии при разработке программ.

Основные принципы тарифной политики с точки зрения энергоресурсоэффективности формулируются следующим образом:

1. Оптимальность тарифов для развития энергоресурсосберегающих технологий в производственных процессах производителей и потребителей ТЭР.
2. Обеспечение сбалансированности социально-экономических интересов производителей и общества, в первую очередь сведение к минимуму перекрестного субсидирования льготируемых групп потребителей с принятием адекватных мер по защите малоимущих слоев населения.
3. Обеспечение для заинтересованных сторон открытости и доступности материалов по рассмотрению и утверждению тарифов.
4. Ответственность органов, занимающихся государственным регулированием тарифов и цен, за экономическую обоснованность тарифов, за своевременность их внедрения, а также за разглашение сведений, составляющих коммерческую тайну.

Поскольку основной задачей РЭК является соблюдение баланса интересов производителей и потребителей энергии, тарифное прогнозирование уже сейчас позволяет оперативно принять решение по тарифной политике при любых ситуациях. Сформулирована стратегия развития энергосистемы региона в целом, постоянно уделяется пристальное внимание балансировке процессов применения и установления тарифов для различных групп потребителей. Как логическое продолжение проводимой работы, целью на ближайшее время является установление тарифного меню для потребителей, в зависимости от класса напряжения, потребляемых объемов энергии, уровня расчетов, социальной значимости и т.д.

5. Вероятные источники финансирования программ.

Основные источники финансирования программ являются государственными. Но реальные возможности местных бюджетов, как правило, не могут покрыть необходимые объемы финансирования долгосрочных комплексных программ или реализации целевых программ, входящих в их состав, чтобы в результате их внедрения получить реальный экономический эффект. Отсутствие дееспособной нормативно-правовой базы, гарантирующей возврат финансовых средств и коммерческой прибыли «отпугивает» потенциальных инвесторов, имеющих значительный финансовый потенциал.

Проблема финансирования - не только проблема недостатка средств в муниципальных образованиях, но и проблема гигантских потерь тепла и финансовых ресурсов, многие из которых достаточно легко можно ликвидировать грамотным надзором и экономическим стимулированием.

Реализация мероприятий целевой программы должна подкрепляться соответствующим ресурсным обеспечением. Программа должна предусматривать потребность во всех видах ресурсов, которые могут быть использованы в процессе реализации программы: трудовые, финансовые, информационные, материальные. Общая оценка всех видов ресурсного обеспечения рассчитывается в стоимостной форме. В программе определяется общий объем финансирования с указанием и обоснованием возможных источников финансирования, направлений и видов расходования средств.

При разработке и реализации региональных целевых программ могут быть задействованы различные механизмы финансирования.

1. Бюджетные инвестиционные субвенции, направленные на финансирование конкретных целевых мероприятий, реализуемых на территории Российской Федерации.
2. Бюджетные субсидии, направленные на возмещение процентных ставок по краткосрочным и долгосрочным займам, уплату процентов и комиссий.
3. Предоставление гарантий субъектов Российской Федерации и муниципальных образований.

-
4. Создание гарантийных фондов.
 5. Бюджетное кредитование.
 6. Привлечение внебюджетных источников: краткосрочное, инвестиционное, адресное связанное кредитование.
 7. Субвенции из внебюджетных фондов.
 8. Собственные средства предприятий.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРЕ:

Резлер Сергей Игоревич, ЗАО «НПФ Теплоком»

КОНСОРЦИУМ КАК ПЕРСПЕКТИВНАЯ СХЕМА В РЕШЕНИИ ПРОБЛЕМ ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ

Любовь Семенова

О вопросах энергосбережения в РФ говорится давно. Специалистами разного профиля не раз обсуждалась данная проблема. Между тем до сих пор спорными являются вопросы о путях достижения максимального эффекта в энергосбережении. Многие эксперты скептически относятся к успеху тех мероприятий по снижению энергопотребления, которые предполагается осуществлять.

Долгое время массовому внедрению энергосберегающих технологий в РФ мешало отсутствие законодательства, а также недостаточное внимание к этой проблеме на всех уровнях власти. Однако в 2009 году произошли существенные изменения в этом вопросе. В частности, 23 ноября 2009 г. Президент Российской Федерации Д.А. Медведев подписал Федеральный закон № 261-ФЗ «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации». Ранее Комиссией по модернизации и технологическому развитию экономики России были утверждены шесть проектов по энергоэффективности и энергосбережению.

Согласно Федеральному закону № 261-ФЗ *энергосбережение – это реализация организационных, правовых, технических, технологических, экономических и иных мер, направленных на уменьшение объема используемых энергетических ресурсов при сохранении соответствующего полезного эффекта от их использования (в том числе объема произведенной продукции, выполненных работ, оказанных услуг) (статья 2 п.3).*

Исходя из этой формулировки, для достижения энергосбережения необходим набор соответствующих мер.

Что касается технических и технологических мер, то сегодня компании-производители как отечественные, так и зарубежные готовы предложить большое разнообразие технических решений и энергосберегающей продукции. Внимание Президента РФ и федеральных органов власти к вопросам энергосбережения послужило мощным стимулом к активизации деятельности компаний-

производителей, которые усилили работу по продвижению производимой продукции. Сегодня наблюдается активное участие производителей в рекламных кампаниях, в различных тематических конференциях, других PR-акциях.

В то же время не до конца ясными остаются организационные и финансовые вопросы. Не преодолены многочисленные противоречия, заключающиеся в наличии разнонаправленных интересов у участников процесса энергопотребления.

Наиболее острые противоречия возникают в жилищном и коммунальном хозяйстве. Сегодня эти две сферы разделены по видам собственности, они разрознены. Каждая из них имеет разные институты и интересы.

Коммунальные предприятия, выступая продавцами (поставщиками) товаров и услуг (воды, тепла, электричества, газа) ставят задачу как можно больше продать продукции и получить максимальную прибыль. При снижении потребления энергоресурсов и неизменных тарифах прибыль коммунальных предприятий снизится. Для того чтобы сохранить имеющийся уровень рентабельности при снижении потребления энергоресурсов объективно необходимо увеличение тарифов.

Крайне важной и нерешенной проблемой являются потери в энергосетях, которые характеризуются высоким износом. Сегодня эти потери закладываются в тарифы для населения.

Среди утвержденных Комиссией по модернизации и технологическому развитию экономики России проектов по энергоэффективности и энергосбережению первым стоит проект под названием «Считай, экономь и плати», реализация которого сведена к установке «приборов учета». Согласно Федеральному закону № 261-ФЗ *«Производимые, передаваемые, потребляемые энергетические ресурсы подлежат обязательному учету с применением приборов учета используемых энергетических ресурсов...» (ст. 13 п.1).*

В то же время нерешенным остается вопрос, кто будет нести бремя издержек и оплачивать существующие потери на сетях. При установке «приборов учета» разница на выходе ресурсов от коммунальных предприятий и суммы их потребления населением в домах, учитывая существующие потери в сетях, различна. Вероятно, что эта разность ляжет на потребителей за счет существенного

повышения тарифов, иначе коммунальные предприятия будут работать в убыток.

В то же время переход от нормативных потерь в сетях к реальным согласно показаниям приборов, установленных в домах и квартирах, экономически обоснован и очевиден.

Сегодня компании, управляющие многоквартирными домами, согласно Постановлению Правительства Российской Федерации от 23 мая 2006 г. № 307 «О порядке предоставления коммунальных услуг гражданам» являются исполнителями коммунальных услуг, и их доходы никак не зависят от объемов потребления ресурсов. У них отсутствует мотивация к энергосбережению. В то же время заинтересованными в установке приборов являются собственники и наниматели жилья в многоквартирных домах, которые доверили управление своего имущества управляющим компаниям.

Согласно Постановлению Правительства РФ от 13.08.2006 № 491 «Об утверждении Правил содержания общего имущества в многоквартирном доме...» «приборы учета» являются общим имуществом в многоквартирном доме и должны оплачиваться собственниками.

Сегодня производители «приборов учета» больше всех заинтересованы в сбыте своей продукции, ее установке и обслуживании. В этой связи компании-производители данный комплекс мероприятий могли бы предлагать как «услугу измерения» управляющим многоквартирными домами.

При реализации подобных проектов заключается договор между организацией, предоставляющей данную услугу и компанией, управляющей многоквартирными домами. Такой договор определяет права и обязанности сторон и является, по сути, договором предоставления «услуги измерения», которая включает установку и обслуживание «приборов учета». Управляющие многоквартирными домами включают данную услугу в платежные документы по оплате населением жилья.

Сегодня такая модель может предлагаться для многоквартирных домов с платежеспособным населением. В то же время, малообеспеченная часть населения не может нести затраты по оплате данной услуги («услуги измерения»), а субсидии на данные мероприятия пока не предполагаются.

В настоящее время наиболее остро стоит задача модернизации оборудования, сетей и систем тепло-, водоснабжения и канализации, которые характеризуется высокой степенью изношенности.

В этой связи комплекс мероприятий, например, очистка труб и нанесение изоляционного покрытия может рассматриваться как «специальная услуга». В этом случае, как правило, заключается соответствующий договор между коммунальным предприятием и исполнителем данной услуги.

Кроме того, сегодня некоторые производители имеют инвестиционные возможности и готовы осуществлять поставку оборудования в счет погашения ее стоимости в последующие периоды (по существу, это есть кредитование в товарной форме или товарный кредит).

В России долгое время существует проблема привлечения заемных средств в проекты в коммунальной сфере, связанная с отсутствием системы долгосрочного кредитования. Как известно, коммунальная инфраструктура имеет длительные сроки окупаемости. В настоящее время появилась надежда на решение этой проблемы за счет разработки ВЭБом специальной схемы долгосрочного кредитования. Однако как скоро эта схема заработает, в каких масштабах и с какой эффективностью, пока не ясно.

Сегодня в решении задач по энергосбережению участвуют несколько институционально различных субъектов: органы местного самоуправления, коммунальные предприятия, компании, управляющие многоквартирными домами, банковский сектор, а также производители и поставщики энергосберегающего оборудования.

Органы местного самоуправления являются не только собственниками коммунальных сетей, но в то же время в соответствии с Федеральным законом РФ от 6.10.2003 № 131-ФЗ «Об общих принципах организации местного самоуправления в РФ» и ответственными за организацию поставки коммунальных ресурсов потребителям.

Производители приборов сегодня не только выпускают готовое оборудование, но ввиду их финансовой состоятельности могут выступать инвесторами в проектах модернизации коммунальной инфраструктуры.

Считаем, что одним из способов продвижения проектов по энергосбережению может стать в будущем **объединение участников** в некую организацию, направленную на достижение общих для коммунальной сферы целей и задач.

Наиболее перспективным представляется объединение этих организаций в **Консорциум**.

Как правило, Консорциум предполагает *временное объединение независимых предприятий и организаций с целью координации их предпринимательской деятельности*.

Сегодня уже есть примеры такого объединения: *с целью реализации и обеспечения крупных комплексных программных проектов с внедрением современных энергосберегающих технологий в рамках реформирования ЖКХ на межрегиональном уровне, путем подписания соглашений и меморандумов о сотрудничестве, начиная с июля 2006 года формировался и продолжает формироваться консорциум партнеров, принимающих участие в реализации крупных проектов на комплексы услуг, под общим названием «Энергосберегающие технологии – ЖКХ» («ЭнергоТех–ЖКХ») с центром расположения в г.Санкт-Петербурге.¹*

Состав участников Консорциума может быть разный. Кроме того, в него могут входить подрядные организации, поставщики и производители оборудования, банковский сектор и др. Консорциум дает возможность совместного участия в конкурсах, что увеличивает шансы получения выгодных заказов. Отношения между участниками фиксируются в специальном соглашении, что повышает ответственность за исполнение поставленных задач.

Полагаем, что такая форма как Консорциум может быть вполне эффективной для решения проблем энергосбережения, поэтому она заслуживает внимания экспертов и заинтересованных участников с точки зрения проработки механизмов реализации.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРЕ:

Любовь Семенова, Исследовательская компания Abercade

e-mail: lubov.semenova@abercade.ru

тел.: +7 903 247 85 55, 8 495 730 74 59

1 <http://www.stikon-lizing.ru/cons.htm>

**КАЧЕСТВЕННЫЕ И
ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИЕ
СИСТЕМЫ СОЗДАНИЯ
МИКРОКЛИМАТА**

ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИЕ ВЕНТИЛЯЦИОННЫЕ ПРИБОРЫ ДЛЯ КВАРТИР

Ланда Ю.

Разговоры об инновационной модернизации, об энергоэффективности становятся все агрессивней. Единственно, чего в них пока не хватает - это результатов реальных действий, конкретных примеров. Настоящая статья призвана немного заполнить этот пробел.

Применение в строительстве герметичных окон значительно улучшило комфорт современного жилища, но одновременно нарушило схему его вентиляции: она предусматривала поступление свежего воздуха через щели в окнах. Результат – высокая влажность в помещении, накопление аллергенов, плесень, грибок. Большинство технических решений, призванных исключить это явление, лишь попытка в том или ином виде реанимировать умирающую схему вентиляции. Замена щели в окне на различные клапаны, проветриватели итп ничего не меняет по сути. Потребитель, заплатив деньги, получает холодный уличный воздух, а ЖКХ - проблемы с нехваткой тепла на отопление. Расчет показывает, что, если исходить из норм термического сопротивления ограждающих конструкций для нового строительства и реконструкции, то около 2/3 потерь тепла в многоквартирном доме - это потери с вентиляционным воздухом. При этом под потерями понимается тепло, расходуемое на нагревание минимального количества воздуха, предусмотренного строительными нормами. Реальные потери намного больше.

Изменить ситуацию призвано оборудование, разработанное и поставленное на производство в омской НПФ «Экотерм» (www.homevent.ru) . Это приточно-вытяжной прибор УВРК-50 с утилизацией тепла удаляемого воздуха (рис.1).



Рисунок 1

Основные его характеристики приведены в таблице.

Назначение	Энергосберегающая вентиляция квартир и иных небольших помещений
Режимы работы	энергосберегающая вентиляция/приток/ вытяжка/естественная вентиляция
Производительность, м3/ч	от 13 до 80 (160*)
Регулирование производительности	плавное
Обслуживаемая площадь помещения, м2	до 30 (60*)
Энергопотребление, не более, Вт	19 (38*)
КПД, %	До 96
Диапазон рабочих температур, С	-40...+50
Уровень шума, дБА	30-50

Подавление наружного шума, дБА	40
Размеры, мм	Ø200 x 400
Способ монтажа	Внутри стены, без воздуховодов
Диаметр отверстия в стене, мм	225
Толщина стены, мм	400-650
Гарантия, лет	2
Комплект поставки	/* 2 прибора для совместной работы.

Назовем ряд особенностей прибора, которые выделяют его среди оборудования присутствующего на рынке.

Прежде всего - это производительность и размеры. Большинство предлагаемых рынком энергосберегающих приборов обеспечивают воздухообмен, существенно превышающий потребности квартиры, но имеют большие размеры и требуют прокладки воздуховодов. Это делает их практически неприменимыми в обычных квартирах, составляющих абсолютное большинство жилого фонда России.

Прибор УВРК-50 компактен, полностью размещается в стене, не требует воздуховодов и при этом имеет производительность до 80 м³/час или 160 м³/час для пары совместно работающих приборов, что вполне достаточно для 2-х комнатной квартиры.

Все известные небольшие энергосберегающие приборы зарубежного производства, пригодные для оснащения квартир, перемерзают при наружной температуре ок. -10 С. То есть при низких температурах, когда энергосбережение наиболее эффективно, а подогрев подаваемого воздуха актуален, приборы не работают.

Прибор УВРК-50 работоспособен и эффективен при любых температурах.

Упомянутые приборы являются оборудованием местной вентиляции и вентилируют только зону вблизи себя, в лучшем случае одну комнату.

Прибор УВРК-50 позволяет проветривать всю квартиру.

И это не все достоинства новинки.

Прибор УВРК-50 оснащен современной электроникой, автоматически реагирующей на ветер, изменения баланса между притоком и вытяжкой, синхронизирующей работу пары приборов в квартире. А потребитель с помощью ПДУ получает возможность дистанционно менять режим работы прибора и его производительность. Такого набора большинство зарубежных приборов не имеют.

За счет чего же достигнуты уникальные характеристики разработки. Главная ее особенность – использование регенератора с неподвижной насадкой. Регенератор проще, компактнее, дешевле и эффективнее используемого обычно поперечноточного теплообменника. А благодаря массообмену, сопровождающему теплообмен в регенераторе, он намного устойчивее к обмерзанию.

Принцип работы прибора копирует дыхание человека на морозе. Дыша через шарфик, мы отдаем ему тепло и влагу выдыхаемого воздуха. А при вдохе воздух нагревается и увлажняется. В приборе роль шарфика выполняет теплоемкий регенератор, а вместо легких – реверсивный вентилятор.

Комната, оборудованная таким прибором, «дышит» свежим подогретым воздухом. Но еще лучше «дышит» квартира, оборудованная парой таких приборов. Размещенные в разных концах квартиры (рис.2) приборы автоматически «договариваются» между собой и работают синхронно: когда один делает вдох, второй – выдыхает, и наоборот. Именно благодаря этому пара местных вентиляционных приборов без воздухопроводов работает практически как традиционная система с разнесенным притоком и вытяжкой, гарантированно проветривая всю квартиру.

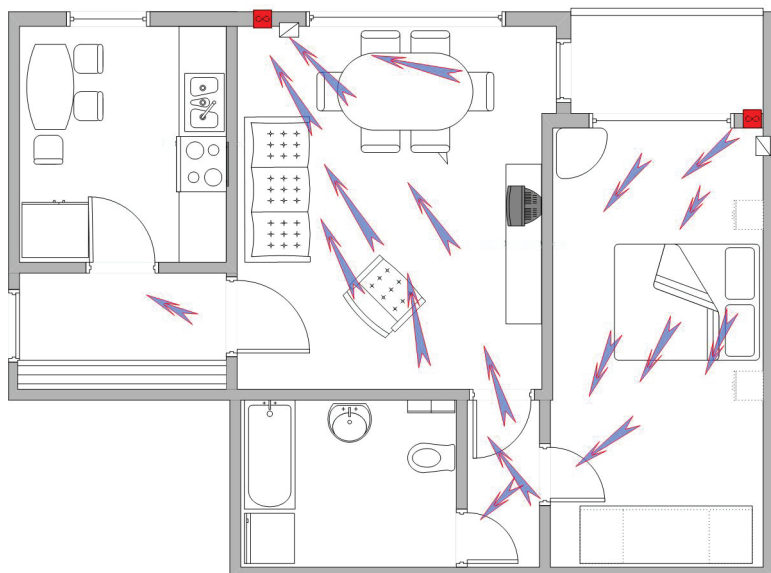


Рисунок 2.

Функциональная часть прибора (рис.3) состоит из двух регенераторов, реверсивного вентилятора и клапана с электроприводом, размещенных в пластмассовых корпусах, которые без применения инструментов собираются в единую конструкцию. Такое исполнение позволяет легко обслуживать прибор, мыть или чистить регенераторы, которые выполняют еще и функции фильтров и шумоглушителей. Кроме того, это позволяет, меняя последовательность соединения элементов, приспосабливать конфигурацию прибора к климатической зоне или сезону. В комплект входит телескопическая гильза из оцинкованной стали, которая запенивается в отверстие в стене, наружный козырек и внутренняя вентиляционная решетка, под декоративной частью которой установлен фильтр кл. G2-G3. Контроллер устанавливается в любом удобном, доступном для сигналов ПДУ месте. На рис.4 дан вариант размещения.

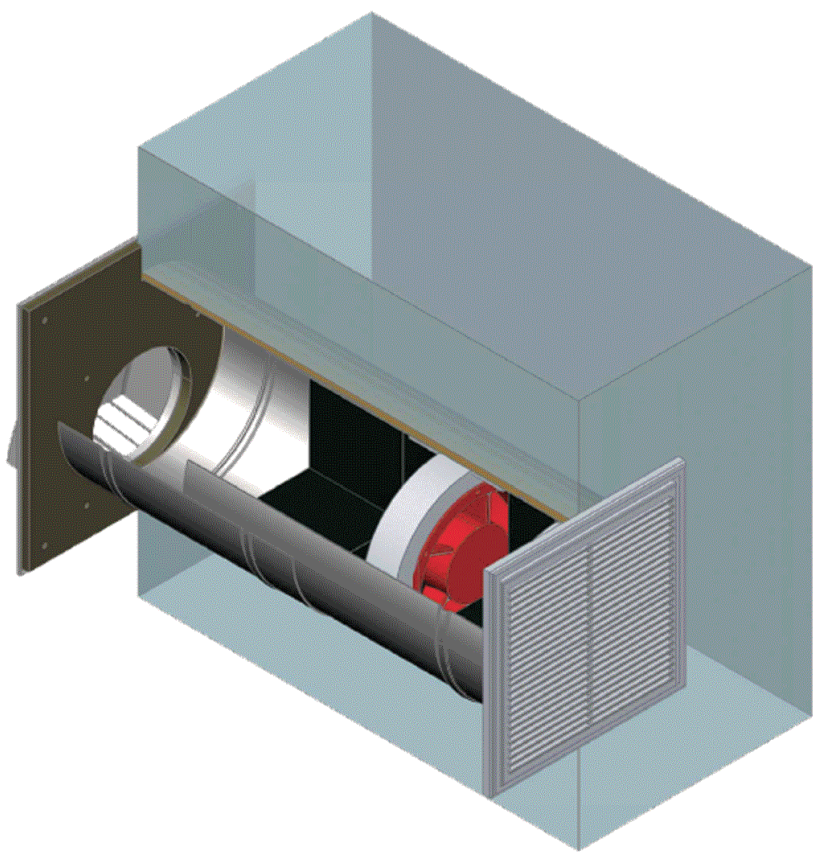


Рисунок 3.



Рисунок 4.

Диаграмма рис.5, снятая при испытаниях, поясняет процессы, происходящие при работе прибора. Верхняя кривая соответствует температуре воздуха со стороны помещения, нижняя – со стороны улицы. Температура потока удаляемого воздуха на входе в прибор

практически равна комнатной. При подаче в помещение свежего воздуха его температура в процессе дутья по мере охлаждения регенератора постепенно падает. Однако среднеинтегральная температура входящего воздуха всего на 4 С ниже комнатной. При этом разница между комнатной и наружной температурой в процессе данного испытания, как видно из диаграммы, составляла более 50 С, то есть была больше, чем предельный перепад температур для значительной части территории России. Это соответствует уровню энергосбережения более 90%.

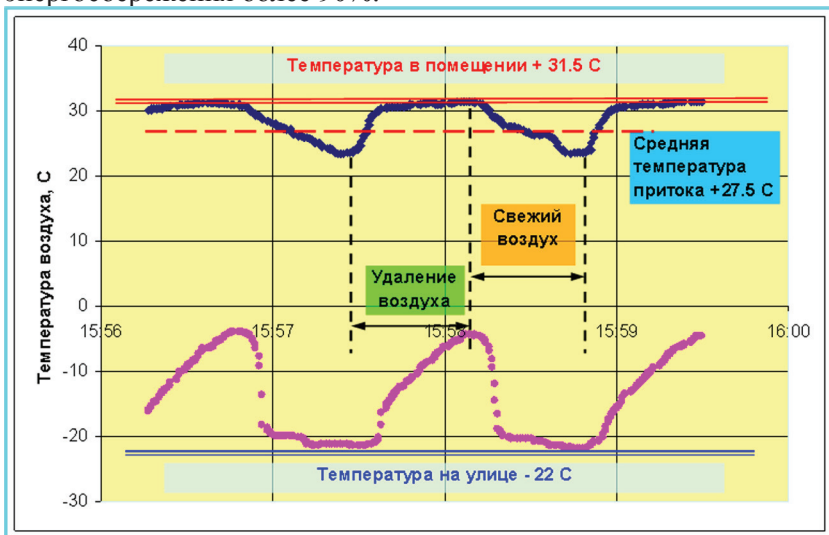


Рисунок 5.

Поскольку вентиляционные потери в современном жилье составляют более половины его теплопотребления, такое энергосбережения ВДВОЕ уменьшает затраты тепла. Отметим, что стоимость такого мероприятия по энергосбережению мала и соответствует современной стоимости нескольких квадратных дециметров жилья.

Отдельные технические решения и прибор в целом защищены патентами. Налажено серийное производство. Ведутся работы по созданию новых модификаций, расширению размерного ряда.

Кому адресована разработка? Прежде всего, конечному потребителю, которого пока мало волнует энергосбережение, но которому она гарантирует удобство эксплуатации и свежий теплый воздух в любые холода при минимальных затратах. Она адресована службам ЖКХ, проводящим реконструкцию особенно в районах с проблемным теплоснабжением. Она адресована к проектным организациям, ведь энергоэффективность здания становится важным финансовым показателем. Она адресована монтажным климатическим фирмам: рынок квартир, задыхающихся за герметичными окнами, огромен, а свежий воздух (в отличие, кстати, от сплит-систем) нужен круглогодично.

Ну, и, конечно, она адресована к тем представителям властных государственных и муниципальных структур, которые разделяют позицию Президента страны по инновационному развитию России и энергосбережению.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРЕ

Ю.Ланда, д.т.н.

juri.landa@gmail.com

**ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНЫЕ
ВНУТРЕННИЕ
ИНЖЕНЕРНЫЕ
СИСТЕМЫ**

ВРЕМЯ ПЕРЕМЕН

ООО «ГРУНДФОС»

Говорить сегодня о кризисных явлениях – дело неблагодарное. Все уже поняли, что экономическая ситуация весьма непростая, и когда будет пресловутое «дно» рецессии – не знает ни один самый титулованный эксперт. Но жизнь продолжается, а значит – продолжает работать производство, комплекс ЖКХ, магазины по-прежнему ждут покупателей. Кардинально изменилось лишь отношение к издержкам: при падающей прибыли их приходится максимально сокращать.

До недавнего времени об этом всерьез не задумывались. Богатое государство могло дотировать убыточные, но важные для страны отрасли – например, еще совсем недавно на помощь ЖКХ отдавалось до 10% ВВП России! И это притом что потери, связанные с неэффективным оснащением и эксплуатацией инженерных сетей, доходили до 60-70%! Примерно такая же картина наблюдалась и в промышленности, и в сельском хозяйстве.

Кризис все расставил по своим местам. Сейчас сокращение издержек – зачастую вопрос выживания. Но, говоря о промышленности и ЖКХ, путей снижения трат не слишком много. Один из основных – уменьшение расходов на обслуживание зданий и сооружений, в том числе – кардинальное сокращение энергопотребления.

Наиболее заметным резервом такого снижения является модернизация насосного парка, доля которого в общем энергопотреблении может достигать до 30-40%. Поскольку просто уменьшить количество и мощность агрегатов невозможно, следует обратить внимание на новые технологии, которые предлагают ведущие производители промышленного оборудования, в частности – на широкое применение частотной регулировки привода насосов.

Такие устройства обеспечивают плавный пуск, остановку и регулирование частоты вращения электродвигателей в соответствии с потребностями гидравлической системы. Кроме того, применение преобразователей частоты дает возможность глубокой автома-

тизации процессов тепло- и водоснабжения, кондиционирования и вентиляции. Все это в комплексе дает экономию электроэнергии, достигающую 50%.

Именно поэтому в производственной программе концерна GRUNDFOS, ведущего мирового производителя насосов, так широко представлены насосы, снабженные электронной регулировкой привода (ЭРП). Практически в каждой линейке техники GRUNDFOS, начиная от небольших бытовых агрегатов и заканчивая уникальным промышленным оборудованием для крупных водоканалов, есть серии с ЭРП (практически все они содержат букву «Е» в названии, например – TPE). Опыт их эксплуатации подтверждает: выгода налицо.

Например, сравним две одинаковые системы отопления многоэтажного здания, в одной из которых на циркуляции установлен нерегулируемый современный насос, а в другой – агрегат с ЭРП:

СИСТЕМА 1

- **1 нерегулируемый рабочий насос +1 резервный**
- Выбранный насос: 2 х **GRUNDFOS** серии NK 80-250/259
- Мощность двигателей: 2х11 кВт
- Панель управления: защита электродвигателя
- Доступ к параметрам системы: нет
- Индекс цены: 1

Расход, %	Время, ч	Потребляемая мощность, кВт	Энергопотребление, кВт·ч
100	438	9.8	4292
75	876	8.3	7270
50	3066	6.6	20235
25	4380	4.8	21024
Итого: 8760		Итого: 52821	

СИСТЕМА 2

- **2 регулируемых рабочих насоса +1 резервный**

- Выбранный насос: 2 х **GRUNDFOS** серии **TPE 80-240**
- Мощность двигателей: 3х5,5 кВт
- Панель управления: PMU
- Доступ к параметрам системы: да
- Индекс цены: 1,62

Расход, %	Время, ч	Потребляемая мощность, кВт	Энергопотребление, кВт·ч
100	438	10.3	4551
75	876	5.9	5168
50	3066	3.62	11099
25	4380	1.31	5738
Итого: 8760		Итого: 26516	

Очевидно, что энергопотребление во второй системе практически в два раза меньше! Кроме того, в данном случае применение регулируемых насосов дает и другое преимущество: при снижении потребного расхода давление в системе будет автоматически снижаться, а значит, шум в клапанах будет значительно уменьшен.

Понятно, что срок окупаемости системы с регулируемыми насосами будет тем короче, чем выше расценки за электроэнергию. Например, при цене 2 рубля за 1 кВт·ч (вспомним, что тарифы постоянно растут!) это время не превысит 2,5 лет.

Для потребностей менее крупных систем разработаны усовершенствованные способы частотной регулировки, позволяющие полностью и без дополнительных усилий автоматизировать процесс. Такова система AUTOAdapt, которая широко применяется в циркуляционных насосах GRUNDFOS последнего поколения.

Эта система электронного регулирования, встроенная в циркуляционные насосы GRUNDFOS с «мокрым» ротором (серий MAGNA и ALPHA2, относящихся к высшему европейскому классу энергоэффективности «А»), позволяет агрегату самостоятельно распознать требования системы и оптимально настроить рабочие параметры. Таким образом, насосы этих серий без труда можно подобрать практически для любой системы отопления.

Насколько серьезна экономия, позволит продемонстрировать простой пример: подсчитано, что замена циркуляционных насосов, принадлежащих к европейскому классу энергосбережения «D» (всего в России их, по экспертным оценкам, около 3 млн.), на современные аналоги класса «A» с частотной регулировкой привода даст возможность сэкономить до 850 млн. кВт·ч – а это среднегодовое потребление полумиллионного города, такого как Набережные Челны!

Когда закончится кризис – не знает никто. Но совершенно очевидно, что без серьезного подхода к эффективности работы выживание большинства предприятий становится серьезной проблемой. Рассчитывать на помощь богатого государства, «затыкать дыры» с помощью дотаций и дешевых кредитов больше не удастся. Это ясно дал понять глава кабинета министров России В. Путин: «Я обязан сказать, – сообщил он на совещании кабинета, – что если свертывание или реструктуризация производства неизбежны, то в этом случае помощь должна оказываться не предприятиям, не их собственникам, не владельцам, тем более если они вовремя чего-то не сделали или пожадничали реструктурировать свое производство либо провести необходимое технологическое обновление...». Поэтому начинать модернизацию надо уже сейчас – пока еще есть запас времени.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Представительство ООО ГРУНДФОС в Санкт-Петербурге
195027 Свердловская наб., 44, БЦ «Бенуа»

Тел: (812) 633-35-45

Факс: (812) 633-35-46

peterburg@grundfos.com

www.grundfos.ru

ИЗДАТЕЛЬСКИЙ ДОМ

Ежедневная аналитическая газета о жилищной и коммерческой фондах



ПОДПИСНОЙ ИНДЕКС 11003



■ Газета "Консервж" существует на рынке с 2003 года. За этот период времени газета награждена дипломами и благодарственными письмами Госстроя РФ и Федерального Центра экспертиз за активное участие в развитии ЖКХ, стала постоянным участником четырех ежегодных профильных выставок Москвы, Петербурга, Екатеринбурга и Петрозаводска, а также информационным спонсором и участником свыше 50 различных российских выставок.

■ Мы имеем обширную сеть клиентов и партнеров, около 1500 подписчиков среди ТСЖ, ЖСК, управляющих и обслуживающих компаний. С нами сотрудничают строительные организации, крупнейшие производители строительных материалов и оборудования для жилых домов, крупнейшие немецкие, итальянские, шведские, чешские и словацкие фирмы. Мы поддерживаем дружественные и деловые связи с итальянским, шведским, чешским и словацким консурьствами в Санкт-Петербурге.

■ Ежемесячно редакция "Консервж" осуществляет выпуск специприложений к газете в виде цветной информационно-рекламной вкладки формата А3, посвященной одной из основных тем издания: котельному и инженерному оборудованию, управлению жилой, коммерческой недвижимостью, климатическим услугам, обеспечению безопасности дома, отопительным и вентиляционным системам, строительным материалам и т.д.

■ Ежемесячно Издательский дом "Консервж" выпускает брошюру-журнал "Консервж-Консультант" для профессионалов рынка, в котором содержится новейшая законодательно-нормативная база строительного комплекса и ЖКХ и другая справочная информация для успешного ведения бизнеса.

■ Специалистами Издательского дома "Консервж" регулярно проводятся тематические "крупные столы", пресс-конференции и семинары, позволяющие формировать общественное мнение в строительном-инвестиционном комплексе и жилищно-коммунальной сфере, вести разностороннюю работу среди потребителей строительных и коммунальных услуг, а также налаживать новые деловые контакты.

■ Газета распространяется:

- В петербургской розничной сети "Роспечать" (250 точек).
- По подписке в Петербурге, Москве и регионах (более 2000 человек).
- Адресная рассылка руководителям профильных учреждений администрации, производителям и поставщикам материалов, компаниям, обслуживающим жилищный фонд, страховым и кредитным организациям, банкам, агентствам недвижимости и строительным фирмам, оценочным и консалтинговым фирмам и др. (3000 экз. ежемесячно).
- В комитетах и учреждениях Администрации Санкт-Петербурга, Ленинградской области, Москвы, других российских городов.
- На выставках и профильных мероприятиях (конференции, форумы, конгрессы, семинары).

Тел. (812) 600-75-91

www.gkh-online.ru, www.konservg.ru

**СИСТЕМЫ
ВОДООТВЕДЕНИЯ,
ВОДОСНАБЖЕНИЯ И
ВОДОПОДГОТОВКИ**

НИЗКОВОЛЬТНЫЕ И ВЫСОКОВОЛЬТНЫЕ СИСТЕМЫ ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ ДЛЯ ЖКХ И ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКИ

Даниелян Р. С.

Стратегия экономического развития России предполагает путь к мировому лидерству через создание условий для эффективной работы предприятий – «генераторов идей», которые своей целью ставят разработку и внедрение инновационных технологий, и успешно работающих во многих отраслях промышленности и народного хозяйства.

Одной из таких российских компаний является Промышленная Группа «Приводная Техника», успешно работающая в области энергосбережения на основе автоматизированного электропривода уже более 15 лет, и в настоящее время являющаяся одной из ведущих в стране компаний в данной сфере.

С 2007 года компания ведет разработки энергосберегающих технологий в рамках Федеральной Особой экономической зоны «Зеленоград». По причине актуальности проект получил высокую оценку на уровне Министерства экономического развития и торговли Российской Федерации.

Компания разработала и успешно внедряет высоковольтные и низковольтные системы энергосбережения, в основе которых лежит частотное регулирование – прогрессивный метод управления насосным и вентиляторным оборудованием, позволяющий экономить до 50% электроэнергии при его эксплуатации.

Потенциал энергосбережения в России по экспертным оценкам прогнозируется в 2010 году величиной порядка 150 миллиардов кВт.ч. Это примерно соответствует пятилетней выработке электроэнергии 20-ю энергоблоками ТЭС мощностью 210 МВт каждый. Однако этот потенциал должным образом не используется. Российская экономика несет огромные непроизводительные потери электроэнергии, вызванные отсутствием или несовершенством способов регулирования и оптимизации технологических процессов в большинстве отраслей промышленности, электроэнергетике и коммунального хозяйства.

В условиях нестабильности и мирового финансового кризиса, в условиях реформирования коммунальной и энергетической отрасли, вопросы внедрения энергосберегающих технологий ста-

новятся как никогда актуальными. На эту проблематику обращает внимание и государственная власть – она выделена одним из четырех приоритетных направлений, обозначенных Президентом РФ Дмитрием Медведевым на расширенном заседании Президиума Государственного Совета в Иркутске 20 февраля 2009 года. С целью ускорения внедрения энергосберегающих технологий принят Указ Президента №889, и в настоящий момент Государственная Дума в первом чтении приняла закон «Об энергосбережении и повышении энергетической эффективности», таким образом государство, путем увеличения ассигнований и выделения субсидий в эту сферу, принятием мер по техническому регулированию, а также внедряя другие механизмы экономического стимулирования, старается помочь промышленности и народному хозяйству наиболее эффективно использовать электроэнергию и другие ресурсы, цена которых с каждым годом растет.

Опыт зарубежных стран показал, что ряд конкретных мер, направленных на экономию энергии дает значительный результаты на всех уровнях: на государственном и отраслевом – это выражается в существенной перестройке топливно-энергетического комплекса и снижении энергоемкости в производстве и быту. На уровне фирм и потребителей – это выражается в повышении эффективности использования энергии, обновлении оборудования, создании и применении в промышленности, электроэнергетике, транспорте, ЖКХ и других энергосберегающих технологий и оборудования.

Высокие темпы прироста потребления электроэнергии по сравнению с другими видами энергоносителей являются мощным стимулом развития экономики страны, основанном на внедрении передовых энерго- и ресурсосберегающих технологий, повышении уровня автоматизации и регулирования производственных процессов. Экономия энергоносителей и электроэнергии, улучшение экологической обстановки – едва ли не главная задача, стоящая сейчас перед страной.

Как показывает мировая практика, при эффективной политике энергосбережения вопрос о том, куда направлять капиталовложения: на производство электроэнергии или на ее энергосбережение, чаще всего решается в пользу инвестиций в энергосбережение.

В России, по статистике, 40% используемых энергоносителей расходуются нерационально, причем расход энергии на единицу промышленной продукции в 2.5-3 раза выше, чем в индустриально развитых странах мира.

Из спектра различных технологических решений, применяемых для энергосбережения в ЖКХ и электроэнергетике, одно из наиболее перспективных – повышение КПД технологических механизмов и процессов. Технологические механизмы в электроэнергетике, промышленности, тепло и водоснабжении городов и поселков, сельском хозяйстве и т.д. (насосы, вентиляторы, компрессоры, центрифуги, экструдеры и пр.), оснащенные нерегулируемым электроприводом на основе асинхронных двигателей с короткозамкнутым ротором, являются наиболее массовыми и энергоемкими. Внедрение на таких объектах станций управления на основе преобразователей частоты позволяет не только снизить потребление электроэнергии за счет оптимизации технологических процессов, но и уменьшить износ технологического и электрического оборудования, повысить надежность его эксплуатации, увеличить ресурс. Появляется наряду с этим возможность повысить уровень автоматизации технологических процессов, гибко использовать компьютерное управление.

Наибольший эффект энергосбережения можно получить переводя мощные механизмы с электроприводом от высоковольтных асинхронных и синхронных двигателей в режим работы с регулированием скорости вращения посредством высоковольтных преобразователей частоты. Регулирование производительности таких механизмов как насосы, вентиляторы, компрессоры изменением скорости вращения позволяет сэкономить около **30%- 40% электроэнергии, 30% тепла и 20% воды**. Постоянный рост тарифов на электроэнергию и постепенное снижение цен на высоковольтные преобразователи частоты сокращает срок окупаемости этого оборудования, в большинстве случаев он не превышает 2 лет.

Непродолжительный опыт внедрения в России мощного регулируемого электропривода переменного тока подтвердил его эффективность. Они нашли применение, в первую очередь, в электроэнергетике - конденсационные энергоблоки ТЭС, теплоэлектростанции (ТЭЦ), жилищно-коммунальном хозяйстве - на-

сосные станции все видов подъема, системы теплоснабжения и водоотведения, насосно-перекачивающие станции систем централизованного водоснабжения городов, в металлургии, горной и нефтехимической промышленности.

Причинами малого объема использования мощных регулируемы электроприводов в промышленности России являются недостаточное внимание к эффективности энергосбережения и практически захват российского сегмента рынка высоковольтных преобразователей частоты дорогостоящей продукцией иностранных компаний.

Государственная поддержка на федеральном уровне как на законодательном уровне, так и практическая поддержка российским производителям энергосберегающего оборудования, работа с объектами электроэнергетики и жилищно-коммунального хозяйства на местах, позволяет надеется на существенное увеличение объемов использования подобных технологий в отечественной промышленности и народном хозяйстве с целью достижения мировых показателей энергоэффективности в этих сферах.

С целью создать производство энергосберегающего оборудования в России, в рамках Федеральной Особой Экономической Зоны «Зеленоград» Промышленной Группой «Приводная Техника» ведутся эти разработки, осуществляется опытное и серийное производство высоковольтных преобразователей частоты. В ходе этой работы в полной мере использован положительный отечественный опыт проектирования средств автоматизированного электропривода, объединены достижения лучшей в мире электроники с достижениями отечественной теории управления электро-механическими преобразователями.

Наиболее полную информацию о системах энергосбережения можно получить на сайте www.privod.ru

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРЕ

Даниелян Роман Степанович, Промышленная Группа «Приводная Техника». 123290, г. Москва, 1-й Магистральный тупик, дом 10, корпус 1. e-mail: marketing@privod.ru. тел.: (495) 786-21-00, 781-76-20

КОНЦЕПЦИЯ И МИССИЯ ЖУРНАЛА

Главная цель издания – информационное сопровождение отраслей жизнеобеспечения и нефтегазового комплекса Урала и Сибири; продвижение на рынок коммунальных услуг Омска, Новосибирска, Барнаула, Тюмени, ХМАО и Челябинска передового мирового, российского опыта в управлении нежилкой и жилой недвижимостью, энерго- и ресурсосбережении, обустройстве территорий; внедрение в практику современного оборудования, материалов и технологий, научных разработок.

Редакция журнала сотрудничает с рекламными агентствами и отделами маркетинга компаний России, российскими представительствами зарубежных компаний.

За время существования журнала его партнерами стали многие известные компании: WILO, DANFOSS, «Омский Промстройпроект», «Омскэнерго» – филиал ОАО МРСК Сибири, ОАО «Омская энергосбытовая компания», ЗАО «Центроспецстрой», ЗАО «Проммаркет», Инженерно-строительный институт СибАДИ, ООО «Институт системотехники», ОАО «Омскводоканал», ООО «Ред Вуд», ООО «Сигма», МП «Тепловая компания», ЗАО «Экооптима», «Овенсим», ООО «ЭТЛ Монтажсервисцентр», ООО «ЭнергоСервисКомплект», УК «Сибирьэнергокомфорт», УК «Элеон».

РУБРИКИ И ОСНОВНЫЕ ТЕМЫ

- Собития отраслевые
- Энергосбережение, системы учета и контроля
- Управление недвижимостью
- Утилизация мусора
- Инженерная инфраструктура
- Техника и оборудование
- Наука и образование
- Вопросы реконструкции
- Клининг
- Маркетинг
- Ландшафтный дизайн

РАСПРОСТРАНЕНИЕ

- Выставки:
 - «Сибирская строительная неделя. ЖКХ – стандарты будущего. Дорстройтех. Дороги и мосты. Лифты», г. Омск
 - «Строймаркет. Энергетика. ЖКХ», г. Нижневартовск
 - «Стройкомплекс. Дорожное строительство. Коммунальное хозяйство», г. Челябинск
 - «Сибстройэкспо», г. Новосибирск
 - «Ремстройэкспо. СибДомСервис», г. Омск
 - «Стройсиб», г. Новосибирск
 - «Строительство и архитектура», г. Красноярск

**Делать деньги без рекламы
может только монетный двор.**

Томас Маколей
(английский историк, публицист).



**ИЗДАТЕЛЬСКИЙ ДОМ
СОРОКИНОЙ
ПРЕДСТАВЛЯЕТ**

Межрегиональный отраслевой

ЖУРНАЛ «КС»

**(«КОММУНАЛЬНЫЕ
СИСТЕМЫ»)** Урал-Сибирь



**644042, г. Омск,
пр. Маркса, 20, оф. 208, 209
тел./факс (3812) 315-662,
тел. (3812) 376-544, 315-700
e-mail: aisom@mail.ru**

Полная версия журнала в формате *pdf
размещена на собственном сайте

www.ids55.ru



ПОКВАРТИРНЫЙ УЧЕТ КОММУНАЛЬНЫХ РЕСУРСОВ

КВАРТИРНЫЙ УЧЕТ ТЕПЛА

Кузник И. В.

Кризис, доходы не растут, а в магазинах все дорожает. Многие, в связи с кризисом, решили в этом году вернуться к «старому», к огороду. Посадить на даче редисочку, лучок, а главное - картошку и капусту. Во времена кризиса все пытаются экономить, переосмысливают свои затраты, пытаются получить достаточный для жизни набор товаров и услуг за меньшие деньги. Диссонансом в это трудное время выглядят коммунальные услуги, они регулярно растут без всякого на то логического объяснения. И сделать с этим население страны ничего не может, остается только как всегда – спасать «утопающих», руками самих «утопающих». То есть, если население никак не может воздействовать на стоимость «колбасы», то остается только один способ сэкономить, путем покупки меньшего количества этой самой «колбасы».

Может ли население реально повлиять на размер оплаты коммунальных ресурсов, попросту говоря, сэкономить на оплате за квартиру. Может, если в квартире стоит счетчик электроэнергии, воды или газа, тогда владелец квартиры, снизив собственное потребление «колбасы», соответственно уменьшит свои затраты на плате за коммунальные услуги. Если внимательно посмотреть на общий платеж за квартиру, то для жителей большей части территории России (холодноватый у нас климат), едва ли не половина платежа приходится на услуги по отоплению, как правило, это самая большая сумма в «квиточке» на оплату коммунальных услуг.

Логичен вопрос, можно ли поставить в квартире счетчик на тепло? есть ли такие счетчики? как они устроены? и где их взять? Как организовать квартирный учет тепловой энергии с целью начать экономно пользоваться тепловой энергией, что бы снизить плату за квартиру.

Организовать квартирный учет тепла можно, существуют два основных способа как это сделать:

Первый это путем применения классического счетчика тепла. Принцип измерения тепловой энергии таким прибором строится

на том, что через батареи в квартире (теплопотребляющие устройства) протекает горячая вода (теплоноситель), остывает (отдавая тепло воздуху в квартире) и, измеряя количество прошедшего теплоносителя и «потерянную» им температуру, счетчик тепла вычисляет количество потребленной тепловой энергии. Итак, счетчик тепла измеряет количество прошедшей воды, как правило, он измеряет объем воды в метрах кубических (V_{m^3}). Также счетчик измеряет температуры теплоносителя в градусах Цельсия ($^{\circ}C$) на вводе в теплопотребляющую установку и на выходе из нее, точнее он измеряет разность температур. Измерив объем и температуру воды (теплоносителя) счетчик вычисляет массу воды в тоннах ($M_{тн}$), а затем, используя значение энтальпии (h - количество тепловой энергии находящейся в воде при соответствующей температуре) вычисляет потребленную тепловую энергию Q , по формуле:

$$Q = M \times (h_1 - h_2)$$

Тепловая энергия на разных типах счетчиков тепла может индифицироваться в разных физических величинах (так сложилось исторически), в ГДж (гигаджоуль), в Гкал (гигакалория) и кВт/час (киловатт-час). Счет на оплату тепловой энергии «выставляют» в РФ, как правило, в Гкал, соответственно следует знать, что в одной Гкал находится 4,18 ГДж или 1161,1 кВт/час.

Комплект классического квартирного счетчика тепла состоит из комплекта термометров с приспособлениями для монтажа термометров в трубопровод и моноблока, в котором объединены счетчик объема воды и вычислитель тепловой энергии. Моноблок может монтироваться либо в подающий трубопровод системы теплоснабжения, либо в обратный, информация о том, куда монтировать моноблок должна содержаться в его документации. Бывают счетчики тепла с выносным вычислителем (отдельно от счетчика объема воды), как правило, их монтируют в «тесных» местах, для более удобного считывания показаний.

Следует помнить, что владелец квартиры обязан (в соответствии с требованиями Жилищного кодекса РФ) оплачивать содержание общего имущества жилого многоквартирного дома. То есть

оплачивать придется не только то количество тепловой энергии, которое потреблено в квартире, но и соответствующую часть энергии, которая была израсходована на отопление подъездов, подвала и т.д. (общего имущества), многоквартирного дома. Этот дополнительный платеж рассчитывается в соответствии с Правилами предоставления коммунальных услуг утвержденными Правительством РФ № 307 и выглядит это примерно следующим образом: На вводе в многоквартирный дом стоит общедомовой счетчик тепла, по показаниям которого дом должен оплатить тепловым сетям за потребленное тепло Q_0 . Складываются показания квартирных счетчиков, а разница между суммой показаний квартирных счетчиков и показаниями общедомового счетчика распределяется между квартирами пропорционально площади квартир.

Требования к монтажу таких счетчиков изложены в руководствах по эксплуатации (РЭ) и при монтаже следует выполнить требования производителя счетчика. Принимать такие счетчики в эксплуатацию должна управляющая компания (ЖЭК), федеральных государственных нормативных актов регламентирующих правила приемки таких счетчиков на сегодняшний день не существует. Конечно, устанавливать такие приборы должны обученные специалисты, очень часто производители счетчиков предоставляют информацию о наличии таких специалистов в регионах.

Снимать показания с квартирных счетчиков тепла можно визуально, примерно так, как это считывается со счетчиков воды, сложность заключается только в том, что теплосчетчики на табло индицируют много информации и следует внимательно ознакомиться с инструкцией по эксплуатации, в которой производитель написал, как правильно посмотреть нужную вам информацию. Как правило, современные теплосчетчики имеют встроенный интерфейс для автоматического считывания информации, например у отечественного теплосчетчика «Комбик-Т» производства компании SAYANY есть встроенная антенна, и считывание информации происходит по радио, даже не заходя в квартиру. К этому теплосчетчику можно подключить счетчики воды с импульсным выходом и тогда отпадет необходимость визуально снимать показания о потреблении холодной и горячей воды. Подробнее познакомиться с этим счетчиком тепла можно на сайте www.sayany.ru.

Отечественные теплосчетчики в силу особенностей наших сетей теплоснабжения имеют больше встроенных функций (в частности встроенный часовой архив) чем их зарубежный аналоги, поэтому прежде чем принять решение о применении импортного счетчика следует убедиться в его соответствии вашим условиям. К сожалению, на рынке присутствуют приборы, которые якобы изготовлены в России и покупателю самому приходится разбираться с этими попытками ввести его в заблуждение, со стороны таких, не очень порядочных, отечественных «производителей».

Такой счетчик тепла идеально подходит к случаю, когда в квартире так называемая «горизонтальная» разводка системы теплоснабжения, когда стояки отопления находятся в подъезде, в этом случае достаточно смонтировать прибор на вводе в квартиру, в соответствии с требованиями производителя счетчика.

Что же делать в большинстве домов, в которых «вертикальная» разводка системы отопления, когда стояки отопления проходят через квартиры. Здесь возможна либо установка счетчика тепла на каждую батарею, что при цене счетчика как минимум в 5000 руб. и учитывая затраты на его монтаж, скорее всего экономически нецелесообразно. Либо переделка системы теплоснабжения с «вертикальной» на «горизонтальную», что весьма непросто и, скорее всего, возможно и экономически целесообразно только при капитальном ремонте системы теплоснабжения дома.

В начале статьи я говорил о том, что использование счетчика тепла это только один из способов организовать квартирный учет тепла, существует и другой способ - путем применения приборов, которые называются распределителями тепловой энергии.

Современный распределитель тепловой энергии, представляет из себя электронный прибор который монтируется на поверхности батареи (отопительного прибора). Он измеряет температуру поверхности батареи (односенсорный принцип) и вычисляет разницу температур с нормативной температурой в комнате (по умолчанию 20С°), бывают распределители, которые используют двухсенсорный принцип, второй сенсор измеряет фактическую температуру воздуха в помещении. Далее распределитель интегрально накапливает значение этой разности температур и, учитывая площадь поверхности конкретной батареи, и ее конструктивные особен-

ности, высчитывается значение тепловой энергии излученной батареей в условных величинах. Показания всех распределителей установленных в доме суммируются и приравняются к показаниям теплосчетчика уже в натуральных физических величинах (Гкал или ГДж) установленного на вводе в многоквартирный дом. После этого рассчитывается доля тепловой энергии потребленной отдельной батареей, а затем отдельной квартирой. Такой способ поквартирного учета тепловой энергии предусмотрен Правилами предоставления коммунальных услуг № 307.

Недостатком такого способа организации поквартирного учета является то, что для организации его организации, в многоквартирном жилом доме необходимо установить распределители не менее чем в 50% квартир. Более подробно о таком способе учета тепловой энергии можно прочитать на сайтах www.danfoss.com, www.sayany.ru.

При любом способе организации учета тепловой энергии следует предварительно согласовать свои действия по организации учета с другими собственниками жилья, в идеале следует принять соответствующие решение собственников дома в соответствии с ЖК РФ, которое прояснит все вопросы, которые могут при этом возникнуть. А также создаст соответствующее недостающее правовое поле, позволяющее управляющей компании корректно выполнять свои функции по ведению лицевого счета по оплате за потребленную тепловую энергию. Конечно, для выработки соответствующего решения следует обратиться к компетентным специалистам в области организации поквартирного учета тепловой энергии, такие специалисты имеются у большинства производителей соответствующих приборов. Как правило, подобные консультации производители оказывают бесплатно.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРЕ

Кузник Игорь Владимирович, генеральный директор компании «Sayany», координатор совета НП ОППУ «Метрология энергосбережения»

root@sayany.ru

КВАРТИРНЫЙ УЧЕТ ТЕПЛА ДЛЯ ВСЕХ

Никитин П. Б.

С началом массового внедрения общедомового учета потребления тепла, остро встал вопрос о справедливом распределении затрат между жильцами. Убедившись в экономической эффективности установки счетчика тепла на входе в дом, жильцы желают реализовать подобное уже на уровне семьи, оплачивая лишь то количества тепла, которое реально необходимо. Один из вариантов решения вопроса – установка квартирного теплосчетчика.

Установка квартирного теплосчетчика далеко не простая задача. Главная проблема заключается в ограничении применения устройства – квартирный теплосчетчик устанавливается в помещениях с горизонтальной разводкой системы отопления. Использование квартирного теплосчетчика в домах с вертикальной разводкой невозможно. К сожалению, горизонтальная разводка встречается не часто, преимущественно в новых домах или домах после капитальной реконструкции. Кроме того, потенциальных клиентов может отпугнуть относительно высокая цена комплекта. Вместе с затратами на установку средняя стоимость комплекта «под ключ» составляет порядка 18000 рублей. Могут возникнуть сложности и из-за отсутствия опыта расчетов по квартирным теплосчетчикам у управляющих компаний и ТСЖ.

Зато после установки квартирного теплосчетчика жилец получает целый ряд преимуществ:

- оплата реального потребления тепла, что дает существенную экономию за счет завышенности нормативов потребления;
- исключение оплаты тепла в межотопительный период и в случае аварийных отключений;
- возможность для экономии тепловой энергии. В случае оплаты по нормативам любая экономия бессмысленна;
- возможность не только самостоятельно регулировать потребление тепла в зависимости от погоды, но и использовать

другие источники тепловой энергии, а также получать тепло от соседей через стены и потолок.

Например, ЗАО «Теплоэнергомонтаж» произвело монтаж квартирного теплосчетчика в многоквартирном доме в Приморском районе города Санкт-Петербурга. Каждый месяц владельцу 100 метровой квартиры выставлялся счет на отопление порядка 1500 рублей. Такая сумма должна была выплачиваться в независимости от наличия отопления, т.е. и летом тоже. Таким образом, годовая стоимость отопления составляет 18000 рублей. После установки теплосчетчика жилец просто выключил отопление. Такая ситуация совсем не редкость для нового строительства. Здания обладают высокой тепловой инерцией и малыми тепловыми потерями, за счет чего для прогрева квартиры, в ряде случаев, достаточно кухонной плиты и тепла от соседей. Таким образом, собственник квартиры, пожелавший платить только за себя, за один год окупил установку теплосчетчика и продолжает экономить значительные суммы.

Следует отметить, что установка квартирного теплосчетчика в доме, где большинство платит по нормативам весьма выгодно еще и потому, что за счет завышенности нормативов не возникает отрицательного небаланса у управляющей компании. Иными словами все общедомовые расходы полностью покрываются безучетными жильцами, что приносит дополнительную денежную выгоду жильцам, установившим квартирный теплосчетчик.

ЗАО «Теплоэнергомонтаж» осуществляет не только поставку и монтаж оборудования, но и сервисное обслуживание (ремонт, поверку). Для тех, кто готов самостоятельно установить квартирный теплосчетчик, на складе компании всегда есть необходимое количество приборов.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРЕ

Никитин Павел Борисович, генеральный директор ЗАО «ТЭМ», управляющий НП ОППУ «Метрология энергосбережения»

СПРАВЕДЛИВОЕ ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ

Иванчура Е. С.

В последнее время практически ни одного выпуска новостей не обходится без сюжета об энергосбережении. О необходимости экономии энергоресурсов говорят с самых высоких трибун.

Один из путей к экономии тепловой энергии – это индивидуальный поквартирный учёт тепла. Не ново, что когда за использованный ресурс приходится платить, да ещё и недёшево, то желание расточительно его расходовать появляется редко.

Например, Вы – председатель ТСЖ и собрались уменьшить затраты Вашего товарищества на отопление, то Вам необходимо учесть, что в настоящий момент наиболее выгодно для потребителя измерять затраченное тепло (количество теплоты) и платить только за него. Для этого имеет смысл потратиться на приборы учета. Установку узла учета придется на всех стадиях согласовывать с поставщиком тепла. Это предписывают «Правила учета тепловой энергии и теплоносителя» [1]:

«Энергоснабжающая организация не вправе дополнительно требовать от потребителя установки на узле учета приборов, не предусмотренных требованиями настоящих Правил.

Потребитель по согласованию с энергоснабжающей организацией имеет право для своих технологических целей дополнительно устанавливать на узле учета приборы для определения количества тепловой энергии и теплоносителя, а также для контроля параметров теплоносителя, не нарушая при этом технологию коммерческого учета и не влияя на точность и качество измерений».

При составлении индивидуального проекта учитываются особенности Вашего дома, его системы теплоснабжения. Можно заняться этим самостоятельно или нанять специалистов, которые помогут найти оптимальное решение.

Основные моменты, на которые стоит обратить внимание, изложены в [3]:

- погрешность измерений определяет стоимость приборов, необходимая точность регламентируется [1], выбор приборов согласуется с энергоснабжающей организацией;
- технические характеристики приборов определяются параметрами системы теплоснабжения;
- необходимо оценить тепловую нагрузку, рассчитав затраты тепла на дом, зная приблизительный результат и тип системы теплоснабжения, выбирают приборы учета.

Таким образом, потери тепла на дом в целом нам известны. Теперь стоит задача поделить эти потери между жильцами. Существует два варианта – делить поровну или по справедливости.

В первом случае известное количество потраченной энергии делят на общедомовое количество квадратных метров жилой площади. Каждая семья платит соответственно исходя из площади своей квартиры. В этом случае материально заинтересовать жильцов в экономии тепла и улучшении теплоизоляции квартир достаточно сложно, к тому же различие индивидуальных потребностей жителей может спровоцировать конфликты. Например, человек, привыкший к обилию свежего воздуха и постоянно открывающий окна, будет вызывать недовольство соседей, которые вынуждены оплачивать и часть его доли в потреблении тепла. И неизвестно, сколько он должен доплатить соседям, чтобы все были довольны.

Второй способ взаиморасчетов предполагает дополнительное техническое оснащение, зато в этом случае соблюдается социальная справедливость, т.е. каждый оплачивает то количество энергии, которое потратил. Можно, конечно, поставить теплосчётчики в каждую квартиру. Это, в принципе, возможно в некоторых новых домах, где разводка горизонтальная. Этот вариант индивидуального учёта тепла недёшев, окупится ли установка теплосчетчика – неизвестно. К тому же, установка теплосчётчика в квартире не решит проблемы учёта тепла в местах общего пользования.

В Европе уже достаточно давно применяют поквартирные распределители тепла, придуманные Одином Клориусом. В последней редакции «Правил предоставления коммунальных услуг гражданам» [2] введено определение поквартирных распределителей тепла:

«распределитель» - средство измерения, используемое для определения приходящейся на жилое или нежилое помещение, в котором установлен распределитель, относительной доли в общедомовой плате за тепловую энергию, количество которой определено с использованием показаний коллективного (общедомового) прибора учета тепловой энергии.

Также [2] регламентирует порядок расчетов с использованием поквартирных распределителей. Поскольку в [1] сказано: **«Показания дополнительно установленных приборов не используются при взаимных расчетах между потребителем и энергоснабжающей организацией»**, согласовывать установку распределителей тепла с энергоснабжающей организацией не нужно.

Следует определить наиболее удобный способ регистрации данных – или устанавливается домовая пульт, отслеживающий показания поквартирных распределителей, или жильцы сами снимают показания регистраторов и сообщают в центр взаиморасчетов.

Жильцы договариваются о следующих моментах: как поделить затраты на отопление «мест общественного пользования», т.е. лестниц, чердаков, подвалов и т.п. и как компенсировать завышенное энергопотребление угловыми квартирами. В этом случае как никогда более уместна консультация специалиста, который рассчитает необходимые коэффициенты, чтобы не получилось так, что жильцы угловых квартир и «крайних» этажей оплачивают то, что им приходится обогревать соседей, квартиры которых расположены более выгодно. В качестве входных параметров будут необходимы следующие сведения:

- качество внешней поверхности (шероховатость, цвет, ориентация в пространстве);
- толщина стен;
- габаритные размеры окон и самого дома и т.д.

Рассмотрим следующий пример: типовый панельный дом, имеет форму прямоугольного параллелепипеда. Толщина стен, качество поверхности известны. Также известны размеры панелей. Теплообменом между квартирами можно пренебречь. Рассчитываем, пользуясь методом тепловых сопротивлений величину удельного потока с поверхности дома, выбрав в качестве темпе-

ратурного напора разность между средней температуры за период отопительного сезона в данной местности, и рекомендуемой санитарными нормами средней температурой жилого помещения. Рассчитывают потери тепла от общей площади здания в целом. Составляют балансовое уравнение, связывающее потери тепла и площадь внешних стен. Далее, рассчитывается отношение потерь тепла в квартире, находящейся в середине дома к потерям тепла «крайними» квартирами. Полученные коэффициенты необходимо учитывать при распределении затрат на теплоснабжение. Застекление балконов и лоджий, безусловно, оказывает влияние на теплообмен с окружающей средой. Также как и установка стеклопакетов вместо обычных окон. Но учитывать или нет, утеплил ли житель свою квартиру – вопрос, скорее, политический. Если утеплением пренебречь, то у жителей появится дополнительный стимул экономить тепло. И остекление они проведут за свой счет.

Необходимо помнить, что кроме распределителя, в квартире должны быть установлены исправные средства регулирования отопления.

Для корректного ведения взаиморасчетов с использованием поквартирных распределителей необходимо не только учитывать расположение квартиры и особенности дома, но и особенности радиаторов [4].

Теплообмен между радиатором и воздушной средой комнаты описывается уравнением Ньютона – Рихмана.

$$\frac{dQ}{d\tau} = \alpha \cdot S \cdot \Delta t, \text{ где}$$

Q - количество теплоты, потребляемое для отопления данной комнаты, Дж;

τ - время;

α - коэффициент конвективного теплообмена, Вт/м²К;

S - площадь теплоотдающей поверхности, м²;

Δt - температурный напор, т.е. разность температур между поверхностью радиатора и воздухом в комнате, °С.

Распределитель же фактически измеряет разницу температур, а также он способен интегрировать её по времени, следовательно, необходимо знать площадь поверхности радиатора и коэффициент теплообмена.

Для плоских радиаторов, которыми во времена массовой застройки оборудовали жилые здания, для расчета α следует воспользоваться «законом $1/4$ » [5]. Поскольку коэффициент теплообмена зависит от многих факторов (свойств среды, размера радиатора, температуры), для конкретного типа радиаторов рассчитывают среднее значение α для допустимого температурного диапазона. Если радиатор состоит из двух частей, то необходимо учесть ещё и конвекцию в прослойках.

При использовании радиаторов более сложной формы средних коэффициент теплообмена определяют экспериментально.

Есть некоторые моменты, которые выявятся только в процессе эксплуатации, поэтому необходим периодический аудит, то есть статистическая обработка имеющихся данных, анализ результатов измерений и устранение причин повышенного потребления тепла. Например, по результатам измерений с помощью поквартирных распределителей получается, что в квартире, расположенной в середине дома, потребление тепла значительно превышает потребление подобными квартирами. Если хозяева просто не могут обойтись без свежего воздуха в огромных количествах – конечно, они должны оплачивать свои привычки. Или не заклеили на зиму окно – и за это придется платить. Но может оказаться, что стены повреждены, или, например, в панельном доме, образовалась щель на улицу. В этом случае показания распределителей помогут обнаружить серьезную неполадку. Это относится не только к квартирам, но и общим помещениям. Также могут быть выявлены огрехи предварительных расчетов, неверные коэффициенты для «крайних» квартир.

Как правило, потребителю удобнее, когда кто-то возьмёт на себя не только поставку приборов, но и все формальности, а в случае поквартирного учёта тепла – ещё и составит математическую модель расчётов, наладит диспетчеризацию, обеспечит сопровождение в ходе эксплуатации. Мы готовы взять эти заботы на себя.

ЛИТЕРАТУРА

1. Правила учета тепловой энергии и теплоносителя. Москва, 1995 г.
2. Правила предоставления коммунальных услуг гражданам - редакция 31 мая 2006 года
3. Эффективный учет тепла на базе приборов «ВЗЛЕТ». Учебное пособие.
4. М. И. Низовцев, В. И. Терехов, З. П. Чепурная «Регистраторы расхода тепла отопительных приборов», журнал АВОК № 5, 2005 г.
5. Г. Н. Дульнев «Конвекция. Радиация. Массообмен». Конспект лекций. Ленинград, 1977. ЛИТМО. Кафедра теплофизики.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРЕ

Иванчура Елена Сергеевна, ведущий специалист
ЗАО «ВЗЛЕТ».

e-mail: esi@vzljot.ru



Издательство научно-технической литературы

"НАУЧТЕХЛИТИЗДАТ"

Приборы и Системы.

Управление, Контроль, Диагностика



Подписные индексы:

в каталоге Агентства «Роспечать» 79214

в объединенном каталоге «Пресса России» 27853

в каталоге «Издания органов научно-технической информации Агентства «Роспечать» 66730

Промышленные АСУ

Контроллеры



Подписные индексы:

в каталоге Агентства «Роспечать» 79216

в объединенном каталоге «Пресса России» 40727

в каталоге «Издания органов научно-технической информации Агентства «Роспечать» 66731



Экологические системы и приборы



Подписные индексы:

в каталоге Агентства «Роспечать» 79218

в объединенном каталоге «Пресса России» 27866

в каталоге «Издания органов научно-технической информации Агентства «Роспечать» 66733

ПРИБОРОСТРОЕНИЕ и СРЕДСТВА АВТОМАТИЗАЦИИ

Энциклопедический справочник



Подписные индексы:

в каталоге Агентства «Роспечать» 79757

в объединенном каталоге «Пресса России» 83775

в каталоге «Издания органов научно-технической информации Агентства «Роспечать» 66736



Авиакосмическое приборостроение



Подписные индексы:

в каталоге Агентства «Роспечать» 81187

в объединенном каталоге «Пресса России» 44038

в каталоге «Издания органов научно-технической информации Агентства «Роспечать» 66734



История науки и техники



Подписные индексы:

в каталоге Агентства «Роспечать» 80678

в объединенном каталоге «Пресса России» 45165

в каталоге «Издания органов научно-технической информации Агентства «Роспечать» 66737

107258, Москва,
Альмов пер.,
д.17, стр. 2

ООО Издательство "НАУЧТЕХЛИТИЗДАТ"

<http://www.tgizd.ru>
e-mail: reklama@tgizd.ru

Тел.: (495) 231-78-81,
(499) 168-21-28
Факс: 231-78-80

This image shows a full page of blank handwriting practice paper. It features 20 evenly spaced, horizontal blue lines running across the entire width of the page. The lines are uniform in thickness and color, providing a guide for letter height and placement. There are no margins, text, or other markings on the paper.

Для заметок

This image shows a full page of blank handwriting practice paper. It features approximately 20 evenly spaced horizontal blue lines across the entire page, providing a guide for letter height and placement. The lines are consistent in color and thickness throughout.

Для заметок

СОДЕРЖАНИЕ

КОММЕРЧЕСКИЙ УЧЕТ ЭНЕРГОНОСИТЕЛЕЙ

Кузник И. В.

Энергоэффективная экономика в России.
Необходимые государственные решения..... **6**

**Рыгалин Д. Б., Золотых И. К., Скремента В. О.,
Малов Д. Н., Васильев С. Г., Каменский А. М.,
Тотменина Н. Л.**

Функциональные требования и способы их
реализации при автоматизации режимов
работы индивидуального теплового пункта..... **14**

Зджанский Ю. С., Макайденко Я. Э., Яковлев Д. С.

Энергосберегающая система созданная на
базе нано технологий..... **24**

Аветиков Г. Б., Консон Е. Д.

WEB-интерфейс комплекса Взлет СП..... **30**

НПК ВИП

Датчики СДВ – российский продукт, с
немецким качеством и по «китайской» цене..... **41**

Тимошкин В. В., Стучебников В. М.

Преобразователи и датчики давления МИДА..... **49**

**Пирумов Р. А., Филиповская Н. В., Зайцев А. П.,
Романова Н. Л., Симахин В. М.**

Метрологическое обеспечение измерений
расхода и объема воды в ГУП «Водоканал
Санкт-Петербурга»..... **54**

Тихонов В. А., Никитин П. Б.

Об опыте внедрения комплексных АСКУ
энергии в теплоснабжении г. Выборга.....**63**

ЗАО «ТЭМ»

Новые термометры ТЭМ100 и комплекты
термометров ТЭМ110.....**68**

Пугина В. С., Филатова В. Ю.

Об организации поверки термометров
сопротивления в ЗАО «ТЭМ».....**71**

Черноморченко С. И.

Состояние учета тепловой энергии.....**74**

Калко А. А.

Некоторые аспекты энергосбережения и
энергоэффективности.....**84**

Бодянский Е. В., Попов С. В.

Краткосрочное прогнозирование потребления
электроэнергии на основе методов
вычислительного интеллекта.....**95**

Гриб О. Г., Сендерович Г. А.

Контроль потребления электроэнергии с
учетом ее качества.....**100**

Тевяшев А. Д.

Новые информационные, ресурсосберегающие
и экологически безопасные технологии
в ЖКХ.....**102**

Резлер С. И.

О важности комплексного подхода при
написании и реализации муниципальных
программ.....**141**

Любовь Семенова

Консорциум как перспективная схема
в решении проблем энергосбережения.....**149**

**КАЧЕСТВЕННЫЕ И ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИЕ
СИСТЕМЫ СОЗДАНИЯ МИКРОКЛИМАТА**

Ланда Ю.

Энергосберегающие вентиляционные
приборы для квартир.....**155**

**ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНЫЕ ВНУТРЕННИЕ
ИНЖЕНЕРНЫЕ СИСТЕМЫ**

ООО «ГРУНДФОС»

Время перемен.....**165**

**СИСТЕМЫ ВОДООТВЕДЕНИЯ, ВОДОСНАБЖЕНИЯ
И ВОДОПОДГОТОВКИ**

Даниелян Р. С.

Низковольтные и высоковольтные
системы энергосбережения для ЖКХ и
электроэнергетики.....**171**

**ПОКВАРТИРНЫЙ УЧЕТ КОММУНАЛЬНЫХ
РЕСУРСОВ**

Кузник И. В.

Квартирный учет тепла.....**177**

Никитин П. Б.

Квартирный учет тепла для всех.....**182**

Иванчура Е. С.

Справедливое энергосбережение.....**184**