

© Гусев Б.В., Гришан А.А.
Gusev, B., Grishan A.

СИСТЕМНАЯ ОЦЕНКА ЦЕНТРАЛИЗОВАННОГО ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ
(Системы централизованного теплоснабжения, отказы систем,
последствия отказов, кризис теплоснабжения)

SYSTEM ASSESSMENT OF CENTRAL HEATING
(Central heating systems, systems failure, Failure consequences, heat supply crisis)

Аннотация. Выявлены статистически значимые тенденции отказов региональной системы централизованного теплоснабжения Приморского края от состояния систем электро-, водо-, топливоснабжения и обособленных структур «Тепловые сети».

Получены оценки последствий, отраженных ростом удельных отключений населения и продолжительности отключений на время «менее 1 часа», «1-6 часов», «6-10 часов» и «более 10 часов». В частности, состояние региональной системы теплоснабжения характеризуется снижением числа и тяжести последствий крупных аварий и ростом отказов, обусловленных хронически неудовлетворительным состоянием оборудования самой системы и взаимодействующими с ней энергосистемами городского хозяйства.

По результатам анализа кризис централизованного теплоснабжения характеризуется как управленческий, вопреки бытующему мнению об его энергетической природе.

Рекомендованы превентивные действия в сфере управления, направленные на повышение надежности (качества и безопасности) теплоснабжения.

На основе общности принципов организации управления коммунальными энергосистемами, включая принципы расчета, экспертизы и утверждения тарифов, предлагается распространить полученные оценки, выводы и рекомендации на все энергосистемы городского хозяйства.

Annotation. Revealed herein are statistically-significant tendencies of the regional heat supply system failures in Primorsky Krai due to condition of power, water and fuel supply systems and actions by subdivisions of "Heating Networks".

Assessments of consequences reflected by the increase of population-affecting heat supply failures ratio with the following turn-off time: «less than 1 hour», «1 to 6 hours», «6 to 10 hours» and «over 10 hours» are obtained thereto. In particular, the regional heat supply system may be characterized by decrease of number and severity of consequences of major breakdowns and increase of failures resulting out of chronically-poor condition of heating system's equipment and improper interaction with municipal power systems.

According to analysis results, the crisis of central heating system can be characterized as administrative, which is contrary to the popular opinion on its physical nature.

Preventive managerial measures purposed to increase the reliability (quality and safety) of heat supply are therefore highly recommended.

Based on general principles of managing the municipal power systems (including principles of calculation, expertise and approval of rates), it is proposed to apply the assessments, conclusions and recommendations to all municipal power supply systems.

Ключевые слова. Системы централизованного теплоснабжения, отказы систем, последствия отказов, кризис теплоснабжения.

Key words. Central heating systems, systems failure, failure consequences, heat supply crisis.

Системы централизованного теплоснабжения (СЦТС) значительно чаще, чем другие системы жизнеобеспечения, подвержены критике со стороны населения – за сомнительную обоснованность роста тарифов, за ненадежность и низкое качество услуг. События по-

следних лет показывают, что эта проблема имеет общероссийское значение.

Основными причинами сохранения негативной ситуации являются неэффективность концептуальных подходов к рассмотрению взаимодействия СЦТС с дру-

Гусев Борис Владимирович – доктор технических наук, член-корреспондент РАН, президент Российской инженерной академии;
Гришан Алексей Алексеевич – кандидат технических наук, старший научный сотрудник, заместитель директора АНОО ДПО «ДВИ-ЭР», тел. (4232) 36-15-96.

Gusev Boris - doctor of technical sciences, corresponding member of RAS, the president of the Russian Engineering Academy;
Grishan Alexey – Ph.D., senior researcher, deputy director ANOO DPO «DVI-ER», tel. (4232) 36-15-96.

гими системами жизнеобеспечения. В частности, отсутствует системный подход к анализу состояния СЦТС и безотказности их работы. Также отсутствует полномасштабный анализ последствий отказов теплоснабжения для потребителей. Это результат молчаливого согласия властных структур с действиями хозяйствующих субъектов, формально основанного на невмешательстве в дела частных предприятий. Однако это влияние мы наблюдаем в виде частичного бюджетного инвестирования, тарифного регулирования и других мер.

Структуры, управляющие теплоснабжением, используют все виды административного ресурса для получения платежей в запланированных объемах. При этом активно используются только те положения законов и подзаконных актов, которые направлены на «извлечение прибыли». Например, совершенно не работает положение Федерального закона № 384 «предупреждение действий, вводящих в заблуждение приобретателей» и других актов, реализация которых способствовала бы улучшению ситуации.

Структура обобщенной системы централизованного теплоснабжения

Структура обобщенной системы централизованного теплоснабжения представлена на рис. 1 В ней значками * обозначены блоки, которых не должно быть, но они присутствуют, а значками ** - которые должны быть, но отсутствуют.

Факторы, воздействующие на систему, мы предлагаем называть шумами.

1. *Природные шумы* – это сезонные изменения климата. Соответствующие изменения структуры или режима функционирования систем предусмотрены проектной документацией и не являются кардинальными.

2. *Технические шумы* – это информация: об износе оборудования; об инцидентах и авариях; о поставках и качестве топлива и материалов; о работоспособности оборудования и объектов, включая здания и сооружения потребителей.

Обобщающей оценкой этих шумов является надежность и безотказность СЦТС.

3. *Поведенческие шумы* обусловлены поведением людей. К ним относятся: управленческие шумы; шумы персонала; шумы потребителей; формулировка цели.

4. *Социально-экономические шумы* обусловлены расходом бюджетных средств на поддержание функций СЦТС.

5. *Экономические шумы* формируются динамикой топливной составляющей в себестоимости тепло-

снабжения.

6. *Экологические шумы* включают в себя оценки состояния природной среды под воздействием энергоисточников, сжигающих топливо, в том числе для компенсации сверхнормативных потерь на объектах, не потребляющих топлив.

7. *Властные шумы* обусловлены «правилами игры» в сфере ЖКХ, сформированными нормативно-техническими и нормативно-правовыми документами. Они устанавливают принципы и методы взаимодействия подсистем в составе СЦТС, правила формирования и экспертизы тарифов, формулировку конечных целей и востребованность результатов.

Иерархическое соподчинение СЦТС, рассмотренное нами в работе [1], выстраивает вертикаль этих шумов в отображениях систем всех уровней – поселковые (городские), муниципальные, региональные, государственные – в течение многих десятков лет.

Статистический анализ отказов теплоснабжения в Приморском крае

Причины и последствия отказов изучены по ежегодным данным, полученным от 457–864 котельных (40,99–89,63% от числа зарегистрированных) за отопительные периоды 1999-2009 гг. Для анализа использован пакет стандартных программ системы Statistica № 8, серийный № BX905E317701FA-H. В оценках адекватности и статистической значимости использованы критерии Колмогорова-Смирнова, Стьюдента, Аббе и Фишера.

Установлено, что в течение отопительных периодов 1999-2009 гг. ежемесячно примерно на 17% от выборки котельных происходили инцидент или авария, 66,11% которых приводили к отказам. Тренды этих событий статистически незначимы на уровне $p < 0,05$.

Установлено влияние каждой из пяти групп причин на отказы СЦТС:

- среднегодовая доля «отключений электроэнергии» – 37,3%, среднемесячный рост от 19,48% до 55,57% и влияние на отказы статистически значимы;
- среднегодовая доля «отключения холодной воды» – 12,2%, среднемесячный рост от 10,9% до 14,1% статистически незначим, влияние на отказы значимо;
- среднегодовая доля «неисправности оборудования» – 12,8%, среднемесячное снижение от 19,40% до 8,95% статистически значимо, влияние на отказы незначимо;
- среднегодовая доля «прорывов теплотрасс» – 15,6%, среднемесячный рост от 14,71% до 17,97% статистически незначим, влияние на отказы значимо;
- среднегодовая доля «топливных причин» –

Категории шумов в отображениях системы

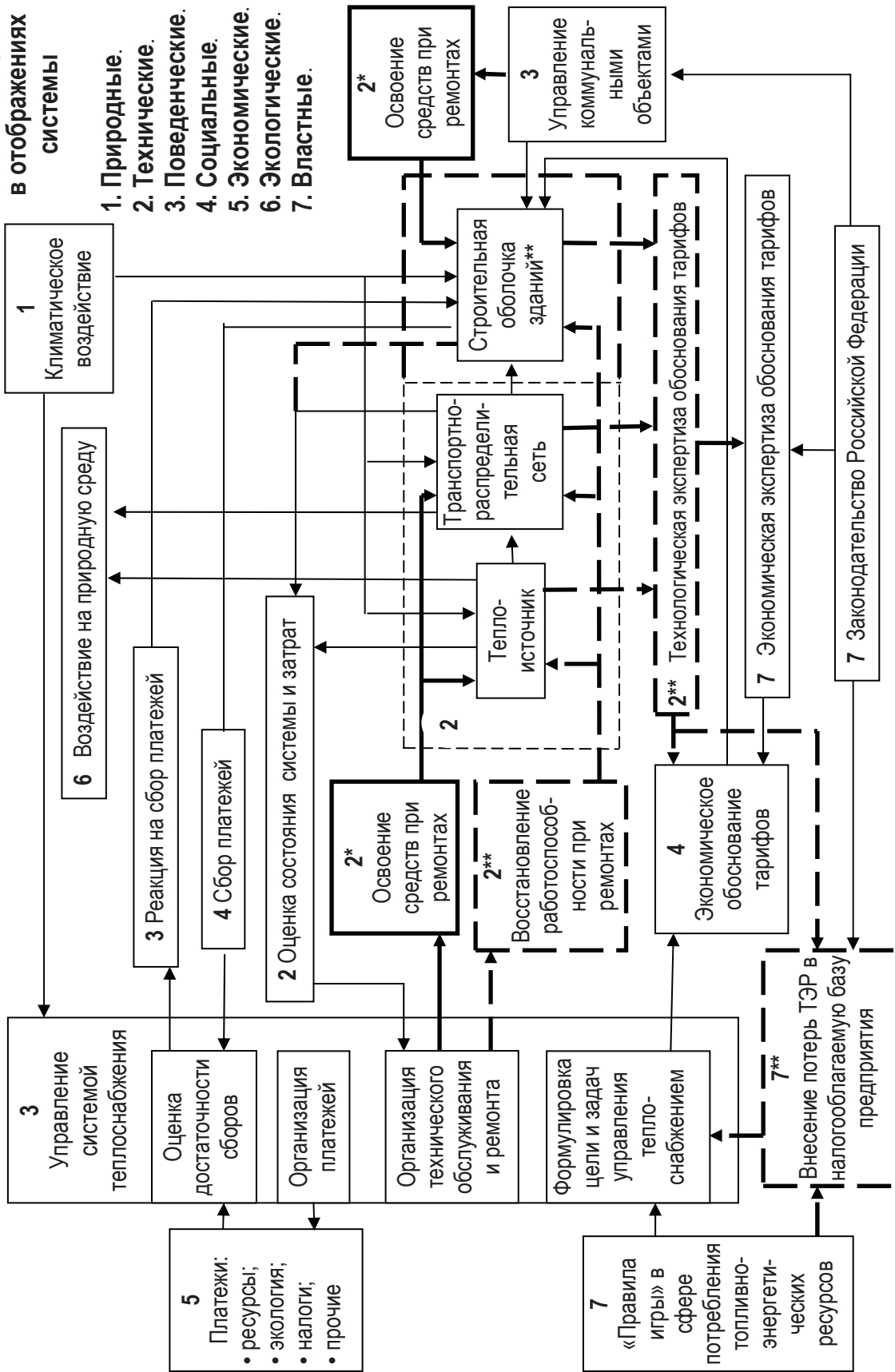


Рис. 1. Обобщенная структура систем централизованного теплоснабжения

22,1%, среднемесячное снижение от 35,70% до 3,43% и влияние на отказы статистически значимы.

Оценки статистической значимости причин отказов можно интерпретировать как относительное улучшение состояния собственно СЦТС. В основном отказы имеют место из-за «отключений электроэнергии». Статистически значимый рост их доли (в 2,85 раза) свидетельствует об ухудшении состояния региональной энергосистемы в целом.

Получены оценки тяжести последствий отказов СЦТС для населения (см. таблицу).

Отсутствие статистически значимых изменений

Оценки тяжести последствий отказов СЦТС для населения

Статистические показатели	Диапазоны отключений			
	менее 1 часа	1-6 часов	6-10 часов	более 10 часов
<i>Доля удельных отключений, чел./котельная</i>				
Рост		++	+	
Снижение	+			++
<i>Доля удельной продолжительности отключений, час/котельная</i>				
Рост		++	++	
Снижение	+			+

Примечание: + – статистически незначимы; ++ – статистически значимы.

доли удельной продолжительности отключений на время «менее 1 часа» можно воспринимать как стабилизацию числа и тяжести последствий относительно мелких инцидентов и аварий. Статистически значимый рост продолжительности отключений на время «6–10 часов» и каждого из приведенных в таблице показателей на «1–6 часов» можно воспринимать как рост отказов, обусловленных хронически неудовлетворительным состоянием оборудования СЦТС и взаимодействующих с ней систем жизнеобеспечения. Об этом также свидетельствует статистически значимый рост удельных отключений суммарно по всем четырем диапазонам – в 2,31 раза. Суммарное количество человек, отключенных от отопления, исчислялось десятками и даже сотнями тысяч в месяц.

Оценка качества теплоснабжения

В оценках использовали данные о фактических температурах воды, подаваемых в тепловые сети. Средние значения недогрева воды в отопительные периоды 1999-2004 гг. характеризуются 30-35% от нормативного уровня, а в периоды 2004-2009 гг. – 12-13%. Причину такого резкого изменения не следует искать в кардинальном улучшении качества работы котельных. Это различие объясняется тем, что до 2004–2005 гг. службы Госэнергонадзора собирали сведения о фактических температурах нагрева воды. В последующие годы такой контроль прекратился и мы вынуждены были использовать данные

об утвержденных сниженных температурных графиках. Поэтому представленные оценки недогрева теплоносителя в 1999-2004 гг. следует рассматривать как фактический недогрев (результат действия технических и управленческих шумов, см. рис. 1), а в последующие годы – как запланированный недогрев (действие только управленческих шумов).

На основе данных о численности населения, отапливаемого по сниженным температурным графикам, были получены оценки неоправданного сбора платежей, обусловленного отсутствием теплосчетчиков как у потребителей, так и на энергоисточниках. В этих усло-

виях счета на оплату отопления выставлялись по расчетному теплотреблению, основанному на проектных температурных графиках. Анализ показал, что ежегодно от 788,82 до 1007,4 тыс. чел. (51,3–65,5% от всего отапливаемого населения) вынуждены были оплачивать от 12 до 33% услуг, которые им фактически не были предоставлены.

Негативные последствия современного принципа формирования тарифов

Современная нормативно-правовая база не препятствует использованию отчетно-статистического метода нормирования удельных расходов энергии и энергоносителей при расчете себестоимости услуг в коммунальной сфере. Это следует из того факта, что технологическая экспертиза тарифов не предусмотрена законами и подзаконными актами и, следовательно, не востребована на местах. Госстроем РФ в 1998 г. было утверждено «Положение о проведении экспертизы экономического обоснования тарифов на товары, работы и услуги, учитываемых в оплате жилья и коммунальных услуг» [Постановление от 11.11.1998 г. № 13]. Однако в массе оно востребовано не было.

Сегодня действуют «Стандарты раскрытия информации организациями коммунального комплекса и субъектами естественных монополий, осуществляющими деятельность в сфере оказания услуг по передаче те-

пловой энергии» [Постановление Правительства РФ от 30.12.2009 г. №1140]. Эти стандарты предусматривают, в том числе раскрытие информации об удельных расходах энергии и энергоресурсов на выработку и доставку потребителям единицы тепла.

Вполне понятно, что по величине этих показателей можно судить об отклонениях от нормативных уровней. При открытом доступе к этой информации у широких слоев населения появятся законные вопросы: кто и как эффективно борется с превышением удельных расходов; если никто не борется, то почему теплоснабжающие организации до сих пор не обанкротились; если эти потери включаются в тарифы (а это действительно так!), то почему мы должны платить за непотребляемые услуги и др.

Современная напряженность в обществе развивается именно потому, что на эти вопросы очень трудно (почти невозможно) получить удовлетворительные ответы. Причина проста – организации, управляющие теплоснабжением, относят сведения, предусмотренные Постановлением № 1140, к категории коммерческой тайны. Именно поэтому невозможно искоренить основы деградации систем теплоснабжения.

Чтобы снять противостояние потребителей и поставщиков услуг теплоснабжения, необходимо организовать соблюдение упомянутых стандартов. Они должны быть востребованы не только организациями коммунального комплекса и субъектов естественных монополий (при формировании тарифов), но и организациями, контролирующими исполнение федеральных законов от 06.06.2005 г. № 58-ФЗ «О внесении изменений в часть вторую Налогового кодекса РФ о налогах и сборах» и от 23.11.2009 г. № 261-ФЗ «Об энергосбережении...».

О необходимости такого востребования свидетельствуют статистические оценки энергетических со-

ставляющих себестоимости 1 Гкал, выработанной в котельных Приморского края. Так, в 1999-2004 гг. в котельных чаще всего встречались котлы с паспортными КПД > 85% (потребление топлива менее 168,2 кг условного топлива/Гкал), а в 2005-2008 гг. – с КПД 70% (более 204,3 кг у. т./Гкал). В 1999-2002 гг. наблюдался рост КПД котельных от 60% к 85% (снижение расхода топлива от 238,3 до 168,2 кг у. т./Гкал), а в 2003-2008 гг. КПД котельных снизились до 66-56% (рост потребления топлива от 216,7 до 255,4 кг у. т./Гкал).

Сравнивая эти оценки, уместно предположить, что существуют факторы, стимулирующие рост удельных расходов топлива. Это может быть стремление сэкономить средства за счет установки менее дорогих (читай, менее эффективных) котлов. Действие этого фактора усиливается невостребованностью восстановления работоспособности (по ГОСТ 27.002-89) котельного оборудования при подготовке к отопительным периодам и др. Здесь так же, как в случае недогрева теплоносителя, мы наблюдаем действие технических и поведенческих (управленческих) шумов. К этому добавляется действие шумов персонала. Перед ним не ставится задача восстановления работоспособности оборудования.

Это может быть стремление сохранить уровень доходов, который должен сократиться в связи с установкой приборов учета выработки и потребления тепловой энергии. По разным оценкам, фактическое потребление тепла в отоплении может сократиться в 2–2,5 раза.

Из рис. 2. видно, что удельное электропотребление (18–20 кВт·ч/Гкал), рекомендованное Академией ЖКХ им. К.Д. Памфилова как экономически целесообразное, характерно менее, чем для 6% обследованных котельных. На 76,3–81,3% котельных этот показатель завышен и в 2004–2009 гг. составлял в среднем 40 кВт·ч/Гкал.

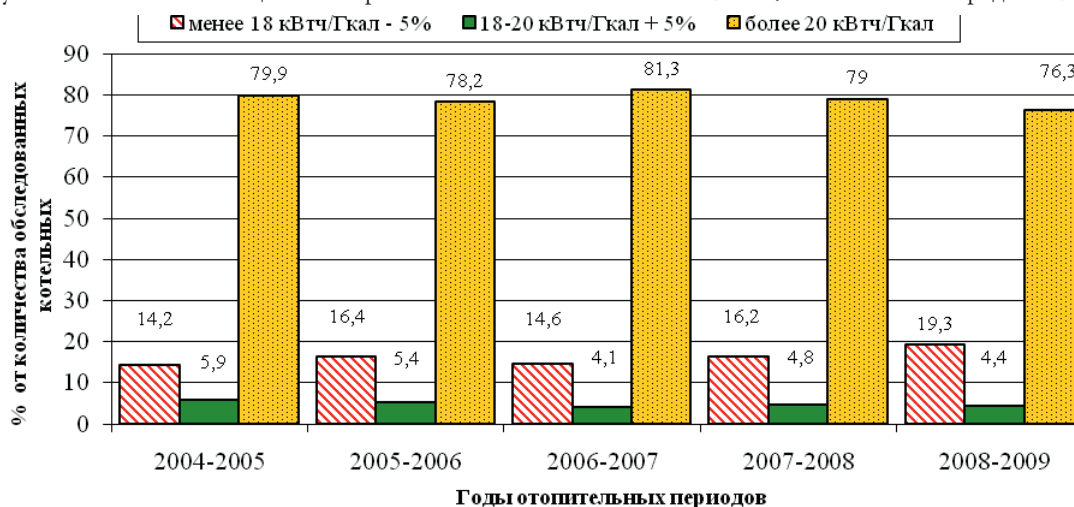


Рис. 2. Соотношение удельных расходов электроэнергии (кВт·ч/Гкал) на 343–547 котельных Приморского края (35,3–60,9% от зарегистрированных)

Размах удельных расходов превышал 115–120 кВт·ч/Гкал (более 120 кВт·ч/Гкал из рассмотрения исключены). Значительную долю (14,2–19,3%) составляли котельные с удельным расходом менее экономически целесообразного уровня (менее 5 кВт·ч/Гкал из рассмотрения исключены, как неправдоподобные).

Завышение удельных расходов является следствием действия технических и управленческих шумов и шу-

целью защиты прав потребителей. Сегодня наиболее эффективной мерой защиты считается отказ от централизованного и переход к автономному теплоснабжению. Мы полагаем, что эти действия можно рассматривать как концентрированное действие обратной связи в СЦТС.

По состоянию на 01. 01. 2009 г. суммарная мощность отопительных электроприборов достигла 182,7 МВт, рис. 3.

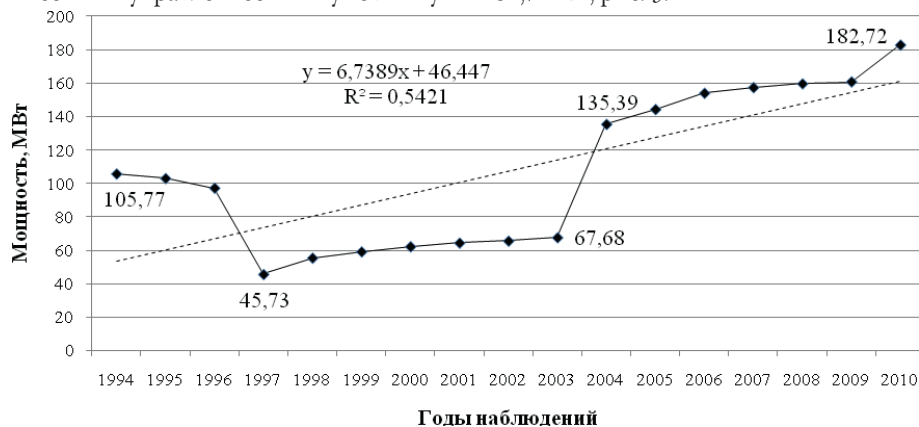


Рис. 3. Мощность электронагревательных приборов, используемых в Приморском крае для отопления (на 1 января года наблюдений), - - - линия тренда (R – достоверность аппроксимации)

мов персонала. Занижение является следствием расчетных оценок выработанного тепла (управленческие шумы) – обман потребителей.

Эволюция обобщенной СЦТС и предварительная оценка рисков

Проектные функции каждой подсистемы, входящей в состав СЦТС, заключаются в следовании проектной цели – «качественное и безопасное теплоснабжение». Эта цель должна достигаться за счет навязывания каждой подсистеме структуры и функций, учитывающих местные условия (климат, рельеф, количество потребителей и др.), то есть организацией СЦТС по принципу «сверху вниз». В результате изменения проектной цели на «извлечение прибыли» структура СЦТС претерпела несколько этапов самоорганизации по принципу «снизу вверх». Подробное описание эволюционной траектории приведено в работе [1].

Исследуя причинно-следственные связи развития кризиса в СЦТС Приморского края в 1999-2009 гг. и анализируя ситуацию в других регионах страны, мы приходим к выводу о том, что эволюция обобщенной СЦТС приближается к катастрофе из-за усиления третьего типа поведенческих шумов – реакции потребителей.

Современная ситуация выглядит как приближение к формированию корпоративного образования товариществ собственников жилья (ТСЖ). По мере его укрепления можно ожидать корпоративного противодействия ТСЖ организациям, управляющим теплоснабжением, с

По неполным данным, это 7,49% от суммарной электрической мощности электростанций Приморского края (2008 г.) и 42,49% от электрической мощности Владивостокской ТЭЦ-2. Федеральный закон от 27.07.2010 № 190-ФЗ «О теплоснабжении» запрещает поквартирный переход на автономное теплоснабжение. Однако подомовой переход не запрещен. Уже сейчас известны случаи электроотопления многоквартирных домов единичной мощностью более 1 МВт, в то время как 10 лет назад все ограничивалось на уровне 50-60 кВт.

Эти обстоятельства отражают активизацию автономного и автономно-группового теплоснабжения. Стихийная автономизация может привести к достижению «критического» уровня, когда платежи сохранившегося рынка сбыта услуг не смогут покрыть расходы на подготовку к отопительным периодам.

Неожиданное скачкообразное изменение структуры и режима функционирования в теории динамических систем классифицируется как катастрофа. Для недопущения развития катастрофы будет предпринято дополнительное бюджетное финансирование ремонтно-восстановительных работ. Это приведет к дальнейшему ущемлению социальной сферы – усилится действие социальных шумов.

Из-за перехода населения на электроотопление формируется отложенный дефицит электроснабжения возрождающейся промышленности. Кроме того, для получения 1 Гкал тепла за счет электроэнергии требуется

почти в 2,5 раза больше условного топлива, чем при централизованном отоплении. При массовом отсутствии на электростанциях устройств для улавливания газообразных продуктов сгорания топлив переход на электроотопление будет означать рост загрязнения атмосферного воздуха, в том числе парниковыми газами. Рост удельного топливопотребления потребует наращивания добычи топлива, что сократит сроки его исчерпаемости и усилит угрозу энергетической безопасности страны. Сегодня в отоплении зданий избыточность добычи топлива оценивается как 7-кратная.

Выводы

1. Системный анализ централизованного теплоснабжения, проведенный с использованием статистических методов, позволил выявить неизвестные ранее обстоятельства:

- надежность (качество и безопасность) регионального теплоснабжения определяется состоянием региональной системы электроснабжения и в значительной степени зависит от состояния систем водо- и топливоснабжения, от состояния теплотрасс;
- напряженность в отношениях между поставщиками и потребителями услуг теплоснабжения формируется на основе роста тяжести отказов СЦТС и снижения качества теплоснабжения, выраженного недогревом теплоносителя;
- развитию напряженности способствует отчетно-статистический метод нормирования удельных расходов энергоресурсов, допускающий возможность вносить все потери в нормы расходов соответствующих видов энергоресурсов;
- потребители стараются выйти из состава СЦТС на автономное теплоснабжение (преимущественно электроотопление), что может привести к риску размораживания поселковых и районных систем теплоснабжения, дефициту электроснабжения и другим негативным явлениям социального и экологического характера.

2. Современные управленческие решения неадекватны причинам, породившим кризис. Поэтому кризис централизованного теплоснабжения должен характеризоваться как управленческий, вопреки бытующему мнению об его энергетической природе.

Литература

1. Гришан А. А. Эволюция систем централизованного теплоснабжения: синергетический подход/ Б.В. Гусев// *Промышленное и гражданское строительство*. - № 2. - 2009. - С. 36-39.
2. Гришан А. А. Энергосберегающая методология защиты и восстановления природно-технических систем в примерах практического применения: монография /А.А. Гришан – Владивосток: Дальнаука, 2007. – 247 с.

Материал поступил в редакцию 12. 05. 2011 г.

3. Выход из этой негативно развивающейся ситуации следует искать, прежде всего, в корректировке «властных шумов» путем: восстановления доверия потребителей к организациям, управляющим системами жизнеобеспечения; обеспечения неизменности проектных целей в течение всего жизненного цикла систем; конкретизации целей при подготовке к отопительным периодам; востребованности результатов, поддающихся инструментальной проверке в рамках поставленных целей; недопустимости противоправных действий в отношении потребителей и др.

4. Статистические оценки, полученные в системном подходе, на данном этапе исследований не позволяют перейти непосредственно к прогнозированию тенденций и рисков под воздействием шумов. Для получения прогнозов потребуются математическое описание объектов взаимодействующих систем и их функций, а также шумов в отображении СЦТС. Вместе с тем полученных результатов достаточно для реализации превентивных мер, направленных на повышение качества и безопасности систем теплоснабжения, за счет реализации принципов и методов, сформулированных в работе [2].

5. Приведенные в статье материалы отражают условия, в которых изучено состояние региональной СЦТС. Вместе с тем мы убеждены в том, что принципы (начала, нормы, правила) организации управления теплоснабжением и электроснабжением, например, на электростанциях, в целом одни и те же. Различия могут быть только в деталях, отражающих специфику продаваемой услуги (продукта). Точно так же принципы разработки, экспертизы и утверждения тарифов на коммунальное энергоснабжение в целом одинаковы для всех структур, задействованных в процессах жизнеобеспечения. Это вытекает из общности законодательной базы и принципов избирательности ее применения.

Поэтому мы считаем возможным интерпретировать приведенные в статье результаты системного анализа СЦТС как первый этап решения крупной научно-технической проблемы противодействия развитию кризиса и деградации систем централизованного теплоснабжения. Решение этой проблемы имеет большое народнохозяйственное значение для России.