

Открытый семинар
**«Экономические проблемы
энергетического комплекса»**

Сорок девятое заседание
от 24 февраля 2004 года

Е.Г. Гашо, А.В. Коваль, М.И. Постельник

**КОМПЛЕКСНЫЙ ПОДХОД И ЛОГИСТИКА
ТЕРРИТОРИАЛЬНОГО ЭНЕРГОХОЗЯЙСТВА:
ЕДИНСТВО ТЕХНИЧЕСКИХ,
ОРГАНИЗАЦИОННО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ И
ИНФОРМАЦИОННЫХ РЕШЕНИЙ**

Семинар проводится при поддержке
Российского гуманитарного научного фонда
(проект 01-02-14021г)

Москва – 2004

Руководитель семинара
профессор, доктор экономических наук
А.С. НЕКРАСОВ

СОДЕРЖАНИЕ

Гапо Е.Г., Коваль А.В., Постельник М.И.

Комплексный подход и логистика территориального энергохозяйства: единство технических, организационно-экономических и информационных решений

Введение	4
1. Постановка задачи, общий алгоритм работы. Общий анализ коммунального комплекса городов. Территориальные особенности и основы регионального подхода	5
2. Общие технические результаты проведения работ по энергосбережению в коммунальном комплексе	17
3. Методические особенности анализа энерго- эффективности в распределенных объектах и система теплоснабжения	30
4. Логистика и рационализация распределенных систем теплоснабжения: методы утилизации и управления дисбалансами в распределенных системах	46
5. Анализ поставок тепловой энергии в ЦАО и оплаты с учетом данных единых информационно- расчетных центров. Прогноз поставок тепла и дотационных средств на следующий отопитель- ный год	59
6. Правовые предпосылки и организационно- экономические решения проведения целостной территориальной политики энергосбережения	71
7. Управление и мониторинг энергопотребления коммунальными объектами и комплексами. Информационно-мониторинговые системы, хранилища и базы данных для анализа эффективности, моделирования и прогноза потребления ресурсов	83
8. Заключение	99
Литература	102
Список обозначений	104
Приложение	106
Дискуссия	136
<i>Вопросы</i>	136
<i>Выступления</i>	147

**КОМПЛЕКСНЫЙ ПОДХОД И ЛОГИСТИКА
ТЕРРИТОРИАЛЬНОГО ЭНЕРГОХОЗЯЙСТВА:
ЕДИНСТВО ТЕХНИЧЕСКИХ, ОРГАНИЗАЦИОННО-
ЭКОНОМИЧЕСКИХ И ИНФОРМАЦИОННЫХ РЕШЕНИЙ***

**1. ОБЩИЙ АНАЛИЗ КОММУНАЛЬНОГО КОМПЛЕКСА ГОРОДОВ.
ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ, ОБЩИЙ АЛГОРИТМ РАБОТ.
ТЕРРИТОРИАЛЬНЫЕ ОСОБЕННОСТИ И
ОСНОВЫ РЕГИОНАЛЬНОГО ПОДХОДА**

Важность энергосберегающих мероприятий в системах энергообеспечения зданий и систем зданий (комплексов) трудно переоценить. На теплоснабжение зданий в настоящее время затрачивается около 430 млн.т у.т., или примерно 45% всех энергетических ресурсов, расходуемых в стране. Это в 2,3 раза больше, чем идет топлива на производство электроэнергии. В холодные зимы эта цифра вырастает ещё на 30-50 млн.т. у.т. Годовое производство теплоэнергии в стране оценивается величиной 2400-2460 млн. Гкал. [30].

От состояния теплового хозяйства, возможности проведения масштабной энергосберегающей политики в определяющей мере зависит стратегия развития энергетического комплекса России в целом. Особенность теплоснабжения состоит в его высокой социальной роли – обеспечении жизнедеятельности населения страны, свыше 80% территории которой относится к северным [1, 45]. Свыше 40-45% затрат тепловой энергии направлялось на отопление и горячее водоснабжение непродовственной сферы. При этом дефицит тепловой мощности более чем в 190 городах России составляет около 20% потребности. Кроме того, если дефицит отопительных мощностей в городах покрывается населением за счет отопления от газовых колонок и духовок, это приводит к перерасходу топлива по сравнению с котельными минимум в 2-2,5 раза, если он покрывается за счет электроотопления, то в 3,5-4 раза. Запуск размороженных отопительных систем после аварии приводит к перерасходу энергии на порядок по сравнению с нормальной мощностью. Расход теплоты на отопление и горячее водоснабжение составляет около 75% всей энергии, потребляемой в домохозяйствах. Первоочередная

* Авторы доклада – *Гашо Евгений Геннадьевич*, к.т.н., доцент, докторант Московского энергетического института; *Коваль Александр Владимирович*, директор Энергосервисного холдинга «ЭскоТек», НИИ МЭИ; *Постельник Михаил Иванович*, нач. отдела Белгородского Государственного университета.

задача энергосбережения состоит в сокращении энергозатрат на 20-30%, или не менее 100 млн. т у.т. [44]

XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX

Эффективность энергоиспользования в сетях и прочих распределительных устройствах существенно ниже, чем у источников энергии, да и потенциал тепловой энергии стремительно падает. Непосредственно главные распределители теплоты – отопительные батареи. Они – водовоздушные теплообменники, теплопроизводительность которых, в первую очередь, определяется разницей температур между теплоносителем и воздухом в помещении. **Понижение температур теплоносителя в отопительной системе на 15-20°C приводит к падению тепловой производительности батарей практически вдвое.** Таким образом, только в зимнее время отопительная система начинает выходить на приемлемые параметры по эффективности, остальные 70% времени отопительного сезона она изначально «обречена на низкую эффективность» [20].

С эксергетической точки зрения система отопления зданий вообще является «образцом» энергетической расточительности – сжигать высококалорийное топливо с температурой за 2000°C, чтобы, в конечном счете, повысить температуру в зданиях на 15-20°C: при этом эксергетический КПД всего комплекса крайне низок. Очевидно, что ни крышные, ни подвальные котельные не устранят главный термодинамический недостаток всей принятой идеологии отопления зданий. **Отопление должно осуществляться теплотой из отборов теплофикационных турбин, где сгоревшее в котлах топливо превращает воду в пар и он выработал электричество. Технологически целесообразно применение разнообразных низкопотенциальных источников энергии,** потенциал которых может быть увеличен, интенсивно внедрять новые источники низкопотенциальной энергии, потенциала которой будет достаточно именно для отопления [25]. В какой то части диапазона тепловых нагрузок это могут быть и активно пропагандирующиеся возобновляемые источники энергии.

Безусловно, *в современной постановке вопроса речь должна идти о новых низкотемпературных источниках или преобразователях энергии, которые изначально обеспечат «поднятие» температурного уровня в границах 20-30°C.* Вероятнее всего, **в настоящий период это – оборудование использования различных низкопотенциальных выбросов, утилизаторы вентвыбросов, теплонасосные установки, возобновляемые энергоисточники, термоэлектрические преобразователи энергии** [13, 18].

Функционирование современного здания как городского архитектурно-строительного сооружения невозможно без определенной части городской инфраструктуры. И эта часть совместно с сопутствующими внутренними инженерными сооружениями здания и его архитектурно-строительной оболочкой и составляет тот единый объект, для которого

проведение оценки энергоэффективности соответствующего комплекса энергообеспечения имеет реальный смысл.

XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX

2. ОБЩИЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ПРОВЕДЕНИЯ КОМПЛЕКСА РАБОТ В КОММУНАЛЬНОМ ХОЗЯЙСТВЕ ГОРОДА

Установка систем учета тепловой энергии и воды в зданиях дала возможность сравнить фактические значения теплотребления с договорными и расчетными значениями. Мониторинг данных узлов учета тепла отопления, горячей и холодной воды в зданиях показал существенные расхождения договорных, расчетных и реальных цифр. Экономия за счет приведения договорных нагрузок к реальным в рассматриваемых зонах энергоэффективности составляет от 13 до 63% по теплотреблению и от 24 до 53% по водопотреблению [23, 28].

Для удобства функционального и типологического анализа комплекс зданий условно разделим на 3 основные группы по базовым диссипативным характеристикам – значениям приведенного термического сопротивления стен (табл. 3):

- с недостаточным термическим сопротивлением $R = 0,4-0,6$ кв. км /Вт;
- с достаточным термическим сопротивлением $R = 0,9 -1,1$ кв. км /Вт;
- с избыточным термическим сопротивлением $R = 1,4-1,6$ кв. км/Вт.

XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX

Вызывает сомнение, что существенное увеличение – в 2,0-2,5 раза термических сопротивлений стен, предписанное новыми строительными нормативами МГСН, приведет к радикальной экономии энергии. Для жилых зданий с $R_{стен}$ свыше 1,1-1,2 кв. м К/Вт удельные затраты на отопление достаточно резко снижаются и дальнейшее утепление экономически и технологически нецелесообразно. Влияние форм и размеров здания в этом случае также весьма значительно: на рис. 20 показано, как меняется $R_{крит}$, если мы хотим обеспечить $q_{год}=0,1$ Гкал/кв. м в год. Для заданных значений

$q_{\text{год}}$ можно таким образом определить минимальное критическое значение $R_{\text{огр}}$, которое обеспечит заданную тепловую эффективность.

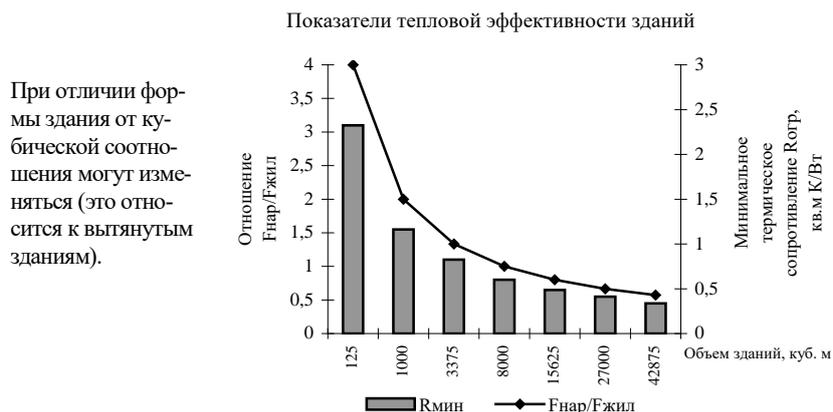


Рис. 12. Соотношения оптимальных значений форм зданий и термических сопротивлений ограждений.

Эти соотношения корреспондируются с выводами, полученным проф. Гагариным В.Г. [5] о невозможности окупаемости затрат на теплозащиту зданий при существующих ценовых параметрах при $R_{\text{огр}} \geq 1,0$ К кв. м/Вт. Таким образом, для зданий, помимо утепления ограждающих конструкций, важным фактором энергоэффективности является его размер и форма, для группы зданий – их сосредоточенность, т.е. концентрация тепловой нагрузки (теплоплотность территории), о чем будет идти речь в дальнейшем.

Поскольку форма и размеры зданий оказывают существенное влияние на значение необходимых расходов тепла для защиты от влияния окружающей среды, нормирование термических сопротивлений ограждений должно неизбежно учитывать эти соотношения: удельные расходы тепла зданий коттеджного типа с $R_{\text{огр}}=2,5$ кв. м К/Вт будут примерно равны расходам для многоквартирных домов с $R_{\text{огр}}=1,0$ кв. м К/Вт. В этой связи нет уверенности, что переход от централизованных к автономным системам и источникам энергии позволит резко сократить потери. Практика показывает, что максимальные резервы энергосбережения лежат в плоскости устранения перетоков и наладки номинальных теплогидравлических режимов отопительных систем зданий, ЦТП и теплосетей.

3. МЕТОДИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ И ИНСТРУМЕНТАРИЙ АНАЛИЗА ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ В РАСПРЕДЕЛЕННЫХ ОБЪЕКТАХ И СИСТЕМАХ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ

XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX

Анализ показывает, что при разделении «единого здания» общим объемом 100 тыс. куб. м на 10 строений объемом по 10 тыс. куб. м, теплотери ограждающими конструкциями возрастают в 2,5 раза, так как возрастает внешняя площадь ограждающих конструкций (табл. 10). Распределение единого объекта на 10, 50, 100 самостоятельных субъобъектов приводит в первую очередь к существенному росту затрат на отопление, что связано с ростом отношения F/V . Очевидно, что уменьшение размеров зданий меньше 2,5-3,0 тыс. куб. м, существенно повышает теплотери ограждающими конструкциями. Наоборот, достаточно большие объемы, в какой то мере снижают влияние недостаточных термических сопротивлений ограждающих конструкций. То есть чем меньше здание, или чем более оно «растянуто», тем большую роль играет термическое сопротивление ограждений [22].

Таблица 10

Сравнительные энергетические характеристики комплекса зданий с общим объемом 100 тыс. куб. м

Объем, куб. м	Число зданий	$F_{\text{огр}}$, кв. м	F/V , 1/м	$Q_{\text{огр}}$, Вт/куб. м К	$Q_{\text{огр}}^{\text{норм}}$, кВт	$F_{\text{огр}}$, кв. м	$q_{\text{огр}}^{\text{норм}}$, Вт/куб. м	$F_{\text{зона}}$, тыс. кв. м	$q_{\text{г}}$, МВт/Га	$Q_{\text{зона}}$, Гкал	$Q_{\text{зона}}$, Гкал/куб. м
125	800	100000	1	1,0	4000	10000	40	500	0,08	8960	0,264
1000	100	50000	0,5	0,5	2000	5000	20	90	0,22	4480	0,134
2000	50	40000	0,4	0,4	1600	4000	16	54,5	0,3	3600	0,108
5000	20	29000	0,29	0,29	1160	2900	11,6	27,4	0,42	2600	0,078
10000	10	24200	0,242	0,24	960	2400	9,6	17,6	0,545	2150	0,0645
20000	5	18500	0,185	0,18	720	1800	7,2	11,5	0,626	1615	0,048
50000	2	13700	0,137	0,14	560	1400	5,6	4,4	1,27	1254	0,0376
100000	1	10800	0,108	0,11	440	1100	4,4	3,2	1,37	985	0,03

Расчеты показывают, что форма и размеры зданий оказывают существенное влияние на значение необходимых (минимальных) энергозатрат для защиты от влияния окружающей среды. При этом очевидно, что нормирование термических сопротивлений ограждений должно неизбежно учитывать эти соотношения: удельные расходы тепла для котеджей и небольших зданий с $R_{\text{огр}}=2,5$ кв. м К/Вт будут примерно равны расходам для многоквартирных домов с $R_{\text{огр}}=1,0$ кв. м К/Вт [28].

Для такой всесторонней оценки энергетической эффективности здания предложены номограммы (рис. 16), связывающие архитектурно-строительные параметры (объем здания, площадь ограждений и их термическое сопротивление, число и площадь батарей) с режимными параметрами инженерных систем (удельная мощность отопления, тепловой

поток отопительных приборов) для разных климатических условий.
XXXXXXXXXXXX

Простой анализ показывает, что, невзирая на процессы глобального потепления, только Хельсинки по своим климатическим параметрам близок к столице России. Практически во всех основных столицах Северных стран Европы отопительный сезон существенно мягче по амплитуде и короче по длительности. Меньшая длительность отопительного периода означает существенную экономию энергии по времени, а меньший разброс температур, кроме такой же экономии, еще указывает на меньшие диапазоны регулирования тепловой нагрузки [22, 35]. Распределение параметров по месяцам отопительного периода наглядно представлено на рис. 17.

Таблица 11

Удельные энергоклиматические характеристики городов Т, град/час

	Москва	Хельсинки	Стокгольм	Копенгаген	Лондон	Париж
Октябрь	9800	10000	9100	3000	0	0
Ноябрь	16848	15120	13680	10800	10080	7000
Декабрь	18500	18500	17020	12580	9360	10000
Январь	18500	19240	14060	15762	9620	12580
Февраль	16750	14940	12060	14472	8710	9000
Март	15540	15984	13320	14060	8880	0
Апрель	8400	11200	9000	8000	8400	0
Всего	104338	104984	88240	78674	55050	38580
Москва, %	100	100	84	75	53	37

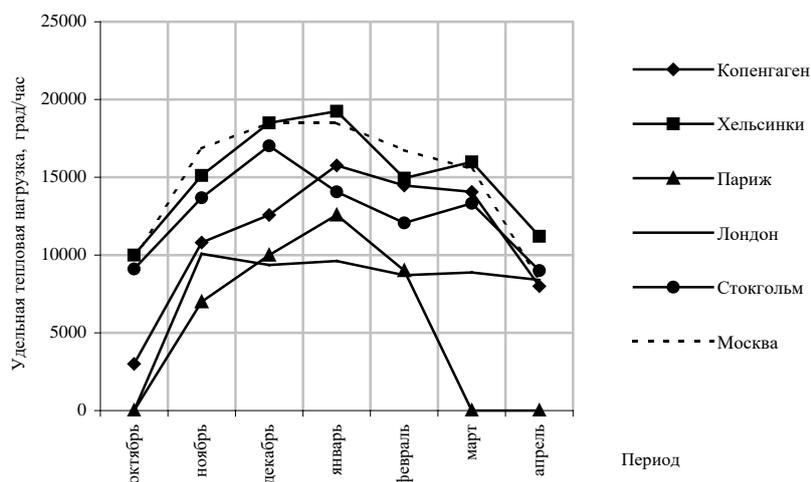


Рис. 17. Энергоклиматические характеристики столиц Северной Европы, град/час

Города с нагрузкой свыше 70% от московских значений, кстати говоря, активно развивают централизованное теплоснабжение и теплофикацию, а ведь Москва – далеко не самый северный регион страны.

На рис. 18 показаны тренды роста удельных отопительных затрат для разных климатических зон. Эти тренды рассчитаны для случаев расселения из крупных зданий с высокой плотностью населения и тепловой нагрузки в небольшие строения и коттеджные поселения с соответствующей децентрализацией отопления: при этом коэффициент формы зданий растет от 0,2 до 1,0. Расчет энергозатрат выполнен для средних значений термических сопротивлений стен с $R_{\text{отр}}=1,0$ кв. м К/Вт. Очевидно, что уже для ГСОП=3000 град/сут (т.е. 72000 град/час) рост энергозатрат при децентрализации становится весьма существенным, именно эти значения соответствуют параметрам отопительного периода Копенгагена и Стокгольма [34]. Климатические требования для большинства регионов России безоговорочно указывают на предпочтительность концентрации потребителей (и тепловой нагрузки), что в значительной степени предопределяет экономические преимущества и функциональную необходимость централизованных систем теплоэнергообеспечения [28].

Динамика роста затрат на отопление при децентрализации расселения

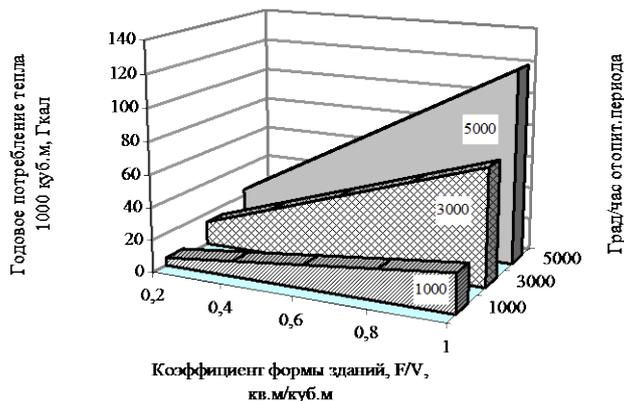


Рис. 18. Динамика роста удельных расходов тепла на отопление при децентрализации расселения

Кроме того, в данном контексте редко учитывается тот факт, что количество выбросов в атмосферу прямо пропорционально расходам топлива, а приземная концентрация оксидов азота, кроме того, существенно определяется еще и высотой дымовых труб, которые в случае децентрализованных источников существенно ниже стационарных труб ТЭЦ. Кстати, в Германии владельцы комбинированных источников теплоснабжения получают некоторую субсидию от государства именно за эти экологические преимущества совместной выработки теплоты и электроэнергии.

Переход к группам зданий, микрорайонам и распределенным системам теплоснабжения требует учета разноплановости и разнокачественности потребителей тепловой энергии, сочетающихся с различными затратами на доставку теплоносителя (табл. 12), то есть транзакционными издержками, на языке экономической логистики. Существующие методы и методики анализа предполагают учет общих сетевых потерь, определяемых установленным образом, и разнесение доли потерь на всех потребителей. Методики I типа идут «снизу» и добавляют к отопительным затратам зданий определенные значения потерь, методики II типа, наоборот, идут сверху от источника и распределяют поставленную тепловую энергию (и все потери) потребителям пропорционально номинальной (паспортной) тепловой нагрузке [14].

xxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxx

Рис. 23. Дисбалансы между требуемым количеством тепла для отопления (—) и подведенным по реестрам теплоснабжающих организаций (---)

В этом случае дисбалансы энергопотребления зданий поглощаются сетью, которая дополнительно выполняет функцию аккумуляции тепловой энергии. Потери энергии (эксергии) происходят еще и при смешивании потоков с разной температурой, тем самым дополнительно ухудшая термодинамические преимущества комбинированной выработки теплоты и электроэнергии. Таким образом, нерасчетные режимы в распределенных системах теплоэнергоснабжения требуют других методических принципов анализа.

Распределенная система теплообеспечения функционально обеспечивает приемлемую доставку энергоносителей разного потенциала тысячам потребителей, и задача эффективно сочетать это с регулированием функционально не предусматривалась. Осуществлять же приемлемое балансовое регулирование только централизованным образом практически невозможно.

Именно возникающие дисбалансы энергии разного потенциала являются главным фактором снижения расчетной эффективности функционирования, физических потерь энергоресурсов или потерь качества (потенциала) энергоносителей, аварийных ситуаций. В отличие от электроэнергии, тепловая энергия является энергоносителем меньшего потенциала и существенно меньшего качества (эксергии), в ряде случаев являясь «тепловыми отходами» (при комбинированной выработке тепла и электроэнергии на ТЭЦ). Потребление тепловой энергии в коммунальном комплексе практически на порядок превосходит потребление электрической энергии в связи с нуждами отопления, горячего водоснабжения. В отличие от электропотребления, тепловое потребление в течение отопительного сезона сильно (в 5-6 раз) варьируется в связи с климатическими условиями.

Степень взаимодействия, взаимообусловленности между элементами в теплоэнергетических комплексах «слабей», чем в электросистемах по времени реакции, степени концентрации энергии: отклики на воздействие могут достигать «соседей» через минуты и даже часы. При этом разные элементы системы обладают различной инерционностью, тепловой устойчивостью к воздействию влияющих факторов. Системы теплоэнергоснабжения, таким образом, более инерционны, в большей степени подвержены агрессивным воздействиям внешней среды.

Регулирование теплотребления в этой связи осуществляется с запаздыванием, если речь идет только о централизованном регулировании, и должно сочетаться с распределенным регулированием у элементов. При его отсутствии нарушения режимных характеристик распределительных сетей приводят к ухудшению теплоотдачи, завышению тем-

ператур обратной сетевой воды, что отрицательно влияет и на функционирование источника (турбин ТЭЦ). При этом потери тепловой энергии, как правило, возрастают, что опять через обратные связи ухудшает общую эффективность системы.

XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX

При такой постановке проблемы соответствующие «экологические ниши» появляются у различного оборудования – от утилизаторов тепла до детандер-генераторов, подтопочных устройств, тепловых насосов, аккумуляторов энергии. Кстати говоря, одно из наиболее эффективно и часто применяемых устройств – частотно-регулируемый привод насосов воды, в полной мере является удачной иллюстрацией такого распределенного управления энергопотреблением. Развитые энергетические инфраструктуры (табл.18) и оптимизация их режимов, в любом случае являются предпосылкой более полного использования всего потенциала энергоносителей.

Выше уже отмечалось, что ситуация в каждой распределенной системе теплоснабжения является достаточно уникальной, и требует кропотливого анализа для нахождения как частных, так и системных решений. В первую очередь системный эффект даст согласование теплоэнергетических нагрузок и наладка теплогидравлических режимов сетей, и в этой связи выглядят несколько странным полагаться на предлагаемые в качестве очередной «энергетической панацеи» солнечные нагреватели, встроенные автономные источники, системы «поквартирного отопления» и другие маркетинговые «новинки» производителей [25]. Надежность резервирования, степень централизации теплоэнергоснабжения, таким образом, оказываются куда более серьезным фактором обеспечения жизненно важных потребностей общества в виде комплекса различных энергоресурсов, чем скороспелые решения сооружения различных автономных источников тепловой энергии.

Помимо утилизации дисбалансов, т.е. сокращения транзакционных издержек, в терминах логистики, необходимо анализировать и общие инфраструктурные эффекты. Локальность взаимовлияния инфраструктуры и энергоисточников не вполне правильно оценивать только масштабом затрат или выгод. Например, строительство мощной АЭС 3000-4000 МВт – достаточно локальное мероприятие, так как продукция электростанции поступает в энергосистему мощностью десятки и сотни миллионов кВт и слабо влияет на баланс мощности и цену энергии. Функционирование же атомной станции теплоснабжения АСТ – на порядок менее мощное и менее дорогое сооружение – полностью меняет систему цен на тепло в регионе, где она сооружается. В связи с этим некоторые мелкие котельные закрываются как нерентабельные, крупные котельные меняют режим работы и становятся резервными, пиковыми. Таким

образом, сооружение АСТ – нелокальное мероприятие, существенно меняющее оптимальные режимы функционирования всей инфраструктуры энергообеспечения. Инфраструктурные преимущества, которые дает эксплуатация АСТ, играют существенную роль в энергетике региона.

XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX

По округу в целом такая программа в капитальных вложениях обойдется в 462 млн. руб., что позволит измерять и оплачивать по факту 86% всех потребляемых в округе ресурсов. Системы учета на объектах с нагрузкой свыше 0,5 Гкал/час окупаются практически за год-полтора, при меньшей нагрузке сроки окупаемости возрастают. В жилом и офисном фонде ЦАО крупных потребителей немного и основная нагрузка приходится на дома с тепловой нагрузкой от 0,1 до 0,25 Гкал/час. Как показали расчеты и их практическое подтверждение, установка систем измерения для потребителей с нагрузкой от 0,15 Гкал/час и выше, целесообразна и окупается с учетом технического обслуживания за несколько лет. Распределение коммунальных потребителей с нагрузкой свыше пороговой по районам крайне неравномерно (рис. 44). Установка узлов учета в приоритетной части жилого фонда, достигающей 35-60% количества зданий, приносит существенную экономию в рамках территории. Эти здания потребляют 75-90% всего тепла, отпускаемого районам [23].

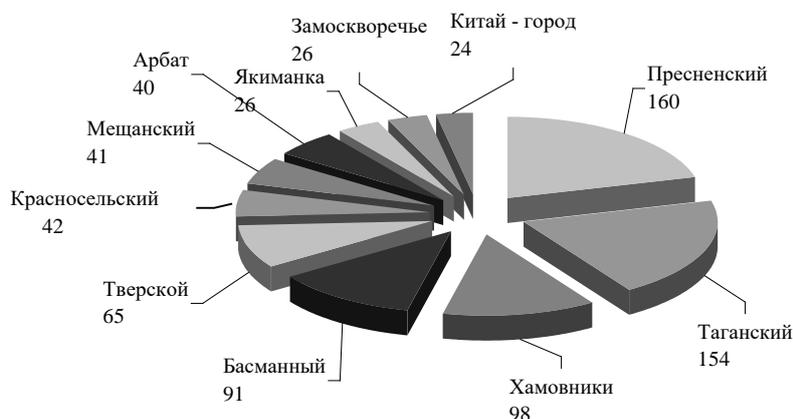


Рис. 44. Суммарные нагрузки отопления районов ЦАО для установки систем учета

XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX

Литература

1. Аракелов В.Е. Методические основы экономики энергоресурсов. - М.: Энергоиздат, 1990 г.
2. Беседина М.С., Гашио Е.Г., Зайцев А.Ф. Методика регионального энергоанализа. Учебное пособие. М.: Издательство «Дело», 1992 г.
3. Беседина М.С., Гашио Е.Г., Зайцев А.Ф. Региональный энергоанализ // Информационный Бюллетень Центрального научно-исследовательского института управления, экономики и информации, 1993. № 3.
4. Бочаров Ю.Л., Фильваров Г.И. Производство и пространственная организация городов. – М.: Стройиздат. 1987. 256 с.
5. Газарин В.Г. Экономические аспекты повышения теплозащиты ограждающих конструкций зданий в условиях «рыночной экономики» // Новости теплоснабжения. 2002. № 1.
6. Гашио Е.Г., Зайцев А.Ф. Анализ региональных инфраструктур и развитие: методический инструментарий // Сб. ст.: «Циклы природных процессов, опасных явлений и экологическое прогнозирование». М., 1992.
7. Козлов А.Т., Гашио Е.Г., Зайцев А.Ф. Эколого-экономические проблемы региона. Монография. Воронеж: «Квадрат», 1995.
8. Гашио Е.Г. Энергетика в развивающемся мире – фактор разрушения или стабилизации // Зеленый мир. 1995. № 24
9. Гашио Е.Г., Спиридонов А.Г. Функциональные особенности отопительных систем и комплексная оценка их эффективности // Новости теплоснабжения. 2001. №3.
10. Гашио Е.Г., Раков В.И. О функциональном подходе к оценке энергоэффективности энергообеспечивающих комплексов // Сб. трудов первой Всероссийской электронной научно-технической конференции «Аэродинамика, механика и аэрокосмические технологии». Воронеж, 2001.
11. Гашио Е.Г. Энергия без опасности // Энергия: техника, энергетика, экология, 2001. № 8, с.6-12.
12. Гашио Е.Г. Энергетика как фактор стабильности и интеграции. Инфраструктурные и энергетические преимущества функционирования атомной станции теплоснабжения // Информационный Бюллетень Центрального научно-исследовательского института управления, экономики и информации, 2001, № 9.
13. Гашио Е.Г. Диссипативные структуры и их роль в протекании энергообменных процессов // Сб. трудов второй Всероссийской научно-технической конференции «Прикладные задачи механики и теплообмена в авиационной». Воронеж, ноябрь 2001.
14. Гашио Е.Г., Вакулко А.Михайлов С.А. Методические материалы к проведению энергетического аудита // Энергосбережение. 2001. № 6.
15. Гашио Е.Г., Козырь А.В. Опыт и проблемы реализации регионального балансового подхода на территории мегаполиса //Новости теплоснабжения. 2002. № 2. с.42-46
16. Гашио Е.Г., Козырь А.В. Опыт и проблемы применения регионального балансового подхода на территории мегаполиса // Сб. трудов Первой Всероссийской школы-семинара молодых ученых и специалистов «Энергосбережение-теория и практика». М.: МЭИ, апрель 2002.
17. Гашио Е.Г., Михайлов О.Ю. Информационно-методические и правовые проблемы повышения эффективности теплоснабжения в регионах // Новости теплоснабжения. 2002. № 8, с.13-17.
18. Гашио Е.Г., Ковылов В.К., Парициков В.П. Методологический подход к решению проблемы рационализации регионального энергопромышленного комплекса // Промышленная энергетика. 2002. № 10, с.2-7.
19. Гашио Е.Г. О некоторых характеристиках и влиянии пространственных масштабов на энергообмен в распределенных объектах // Сб. трудов третьей Всероссийской научно-технической конференции «Прикладные задачи механики и теплообмена в авиационной». Воронеж, ноябрь 2002.
20. Гашио Е.Г., Козырь А.В. О комплексной оценке эффективности отопительной системы здания в нерасчетных режимах // Известия ВУЗов. Проблемы энергетика. 2003. № 2-3.
21. Розалев Н.Д., Гашио Е.Г., Коваль А.В. Об итогах создания демонстрационной зоны энергетической эффективности «Скатертный» и перспективах энергосбережения в коммунальном комплексе города // Энергосбережение. 2003. № 1.

22. Гашио Е.Г. Степень централизации, распределенность и пути рационализации теплоэнергетической нагрузки территориальных промышленных узлов в России // Вестник МЭИ. 2003. № 4. с.34-39.
23. Гашио Е.Г., Коваль А.В., Козырь А.В. Реализация комплексной программы энергосбережения на территории ЦАО и направления дальнейших работ // Энергонадзор и энергоэффективность. 2003. № 2. с.49-63.
24. Гашио Е.Г. Гашио Е.Г. О функциональном подходе к оценке энергетической эффективности зданий как распределенных объектов // Сб. докладов научно-практической конференции (Академические чтения) «Актуальные проблемы строительной теплофизики». М.: НИИ-стройфизики, 2003. с.197-204.
25. Гашио Е.Г. Особенности и противоречия функционирования систем теплоснабжения и пути их рационализации // Новости теплоснабжения. 2003. № 10.
26. Гашио Е.Г. О функциональной оценке энергетической эффективности зданий и микрорайонов как распределенных объектов // Сб. трудов Международного конгресса «Строительные технологии в промышленности строительных материалов и стройиндустрии». - Белгород, БГТУ, 2003.
27. Гашио Е.Г., Раков В.И. К обоснованию целесообразности структурной оценки качества функционирования технических средств АСУТП // Сб. трудов региональной научно-практической конференции «Управление качеством». Воронеж: Гос. техн. ун-тет. Октябрь 2003.
28. Гашио Е.Г. Применение функционально – диссипативного подхода к рационализации энергопотребления распределенных объектов и систем теплоэнергоснабжения // Моск. энергет. ин-т. М., 2004. - 50 с.: Библиограф. 39 назв. Рус. Деп. в ВИНТИ в 2004 г. № .
29. Злобин А.А., Курятов В.Н., Романов Г.А. Потенциал энергосбережения и его реализация // Энергонадзор и энергоэффективность. 2003. № 3. с.76-81.
30. Концепция развития теплоснабжения в России, включая коммунальную энергетику, на среднесрочную перспективу / Под ред. чл-корр. РАН Клименко А.В. Принята Департаментом Госэнергонадзора РФ. М., 2002 г.
31. Корякин Ю.И. Окрестности ядерной энергетики России: новые вызовы. М.: Изд-во ГУП НИКИЭТ, 2002. 334 с.
32. Кафаров В.В, Мешалкин В.П. Анализ и синтез химико-технологических систем. М.: Химия, 1991. 432 с.
33. Клименко А.В., Клименко В.В. Глобальное потепление и энергетика: мифы и реальность // Энергия: экономика, техника, экология, 2001. № 5.
34. Клименко В.В. Влияние климатических и географических условий на уровень потребления энергии. Доклады академии наук. 1994, том 339, № 3, с. 319 – 322.
35. Клименко В.В. Энергия, климат и историческая перспектива России. Общественные науки и современность. 1995, № 1, с.99-105.
36. Ключников А.Д., Попов С.К. Диагноз энергетической эффективности и прогноз резерва интенсивного энергосбережения теплотехнологической системы. Методическое пособие для студентов МЭИ. М.: Изд-во МЭИ, 1999. 70 с.
37. Кудрин Б.И. Организация, построение и управление электрическим хозяйством. М.: Центр сист. иссл. 2002.
38. Кузнецова Ж.Р. Проблемы теплоснабжения и подходы к их решению на региональном уровне // Новости теплоснабжения. 2002 г. № 8. с.6-12.
39. Лапир М.А. Целевая программа: Комплекс первоочередных мер по энергосбережению в Москве // Энергосбережение, 2001. № 5. – с.4-5.
40. Лезасов В.А. Проблемы безопасного развития техносферы // Коммунист. 1987. N 8. с.92-101.
41. Лисиенко В.Г., Щелоков Я.М. Хрестоматия по энергосбережению. Справочное издание. В 2-х книгах. М.: Теплоэнергетик, 2002. 688 с.
42. Мастепанов А.М., Саенко В.В., Шафраник Ю.К. Экономика и энергетика регионов. М.: Экономика, 2001. 476 с.
43. Методическое пособие по энергосбережению в протяженных системах централизованного теплоснабжения. М.: Объединение ВНИПИ Энергопром, 2001.
44. Национальный Доклад о теплоснабжении Российской Федерации // Новости теплоснабжения. 2001. № 4.
45. Некрасов А.С., Воронина С.А. Пока гром не грянул // Новости теплоснабжения. 2003. № 4. с.2-8.

46. Прохоров В.И. Энергоэкономичность систем отопления, вентиляции, кондиционирования воздуха // Водоснабжение и санитарная техника. 1995. № 3.
47. Сазанов Б.В., Ситас В.И. Теплоэнергетические системы промпредприятий М.: Энергоатомиздат, 1990.
48. Соколов Е.Я. Теплофикация и тепловые сети. Учеб. для вузов. М.: Изд-во МЭИ, 1999.
49. Табуничиков Ю.А., Бродач М.М. Математическое моделирование и оптимизация тепловой эффективности зданий. М.: НИ АВОК, 2002.
50. Шевелев Я.В., Клименко А.В. Эффективная экономика ядерного топливно-энергетического комплекса. М.: РГГУ, 736 с.
51. E.F. Codd, S.B. Codd, and C.T. Salley. Providing OLAP (on-line analytical processing) to user-analysts: An IT mandate. Technical report, 1993.

XXXXXXXXXXXXXXXXXX
ДИСКУССИЯ

Вопросы

А.С. НЕКРАСОВ, председатель

Какие будут вопросы к Евгению Геннадьевичу?

В.Р. ОКороков, СПбГУ

Наш губернатор выступил с предложением во всех жилых домах и квартирах установить счетчики водопотребления и горячего водоснабжения. Ваши цифры как раз подтверждают эту инициативу. Вы согласны с этим?

Е.Г. ГАШО

Счетчики, безусловно, надо устанавливать. Я говорил, что быстрее оккупаться будут счетчики на крупных потребителях.

В.Р. ОКороков

Действительно, мы платим гораздо больше, чем потребляем. Это первое.

Второе. Вы говорили о сложившихся системах теплоснабжения. Если посмотреть на альтернативные системы, например электроотопления. При условии электроотопления будут ли справедливы те положения, о которых Вы сказали? Электропотребление – это потенциальные источники, не нужно тепловых сетей, регулирование очень гибкое и т.д.

Е.Г. ГАШО

Согласен, электроотопление может иметь право на существование. Просто нужно понять три вещи. Первая – в этом случае мы в три раза больше расходует топлива. Вторая. Давайте переведем дом полностью на электроотопление, а у нас кабели погорят. Если дом начинает зимой включать калориферы, перенагрузка идет по максимуму. Наконец, третий важный инфраструктурный фактор, которого Вы коснулись и который является самым важным. Когда мы говорили о системах централизованного теплоснабжения, эффективных для больших городов, то отмечали, что в них четверть или треть топлива ТЭЦ экономится. А сколько тратится в сетях?

Если эта экономия полностью «съедается» в сетях, давайте тогда децентрализуем эти сети тем или иным образом, чтобы мы могли эту экономию переводить туда. Тут возникают другие вопросы.

Хорошо, ставим котельную на каждый дом, нет проблем, у нас исчезают потери в сетях. Правда, другие сети остаются – водяные сети, остаются сети канализации, все остается, хотя в принципе сама эта идеология говорит о том, что в такой перспективе нужно делать свою канализацию в каждом доме. Если отопление свое, почему канализацию автономную тогда не сделать? В частности, немецкие специалисты две недели назад очень четко нам сказали: государство платит централизованным источникам небольшие средства за то, что они совместно вырабатывают тепло и электроэнергию, и потому, что этим они экологию сохраняют. Мы с вами знаем, как следят немцы за экологией. Там эта экономия сходится еще и по другим показателям. Разукрупним – нет проблем, но если в три раза будем жечь больше топлива, то в 3 раза больше выброс. И у каждого дома будут трубы торчать.

Когда речь заходит о разукрупнении, это тянет за собой такой громадный шлейф проблем. Я недавно был в доме в Белгороде, где стоит такой квартирный котел. Один градус мороза на улице – котел не работает, не включается, в доме +19, терпимо, ребенок бегает. Почему тепло? А там полуметровая лоджия, которая, собственно говоря, в два раза увеличивает термическую защиту стен. Более того, соседи топят снизу, слева, справа и сверху. Если соседи теплолюбивы, зачем этой квартире вообще топить? Это частный пример.

В прошлый раз выступал профессор Борис Иванович Кудрин, говорил об электрокомплексах, которые связываются в единую систему. В каждом отдельном случае система складывается из совокупности местных факторов, установок потребителей и конкретных источников. Если говорить о частных вещах, об электроотоплении в Якутии, куда топливо труднее завозить, чем просто протянуть что-то, или просто дизель поставить и от него подтаскивать тепло, и электричество. Эти вещи, которые не надо обсуждать, всем понятно, что в этом случае нам целесообразно возить. Если говорить об Элисте, где ветровая нагрузка позволяет поставить ветровую комбинированную установку, которая не только вырабатывает электричество, но и будет закачивать сжатый воздух, который потом нам будет давать электричество, когда ветер затихнет или аккумулировать для каких-то вещей, тут тоже все понятно.

Когда мы говорим о городе, где все налажено, тоже в принципе можно использовать автономные источники, границы будут таковы – в три раза больше мы тратим ресурсов на электроотопление. Регулировать, конечно, легче, а топливо сжигается где-то далеко. Если это случай, когда крупная гидростанция или жилье рядом с атомной станцией, тогда тоже можно о чем-то говорить. Как мы с вами знаем, льготы по электричеству населению этих поселков сняли.

Тем не менее специалисты все-таки думают об этом, разрабатывают разные системы, в том числе аккумуляторы, которые бы использовали

атомное электричество ночного провала, подтягивали бы на какие-то соляные накопители и днем бы отапливали. В принципе есть параметры, по которым это будет условно эффективно. Это долгий разговор.

В нашем случае, я полагаю, сейчас уже придется использовать то, что будет под рукой. В Москве мы столкнулись с ситуациями в сетях, когда реальные потери невелики, это 1,5 – 3%, нет там пресловутых 30%. Все поняли, что это реальные деньги, на ЦТП практически везде стоят счетчики. Как только "Мосгортепло" взяло часть сетей и ЦТП в свои руки, там все более менее наладилось. Если этих потерь в сетях нет, тогда электроотопление не будет большим преимуществом.

XXXXXXXXXXXXX

А.И. КУЗОВКИН

Вы упомянули крышные котельные, подвальные. Серьезная проблема с экологией разрешима в других странах? А надежность?

Е.Г. ГАШО

Она разрешима: есть два аспекта. У нас ставят достаточно строгие котлы по газу. Хозяйства включают руки помыть, посуду помыть, сам автоматически отключился, подтянул, вышел режим. Я говорил не только об этом.

Я говорил о том, что есть котельная или ТЭЦ и 1000 домов. По второму варианту теперь нет котельной, нет ТЭЦ: только 1000 домов и на домах котлы. Суммарные выбросы 1000 генераторов тепла той же мощности будут превышать выбросы первого варианта в 2-3-4 раза. Для помешанных на экологии немцев даже не расход топлива явился базовым критерием, а экология. В совокупности при комбинированной выработке тепла и электричества уменьшаются совокупные выбросы в атмосферу. Я не говорю уже о том, что жечь топливо для получения 50° воды – просто энергетическое «преступление». Это же немислимо. Нужно брать те тепловые отходы, которые идут сюда от ТЭЦ. Речь о том, чтобы эти тепловые отходы по максимуму использовать для отопления.

Когда мы говорим о новом здании, в первую очередь, это стены, это форма здания, его расположенность, его стеновые конструкции. Если больше лоджий, ясно, что и с архитектурной точки зрения лучше, и с позиций утепления. И почему внутри не поставить тепловой насос, если можно? Вот в зале ведущий специалист по строительной физике профессор В. Гагарин. Давайте посчитаем по его модели – утепление здания свыше единицы будет окупаться или нет? Нужно утеплять стены? В ряде случаев нужно. В форму завели все ценовые параметры и получили, что будут окупаться 85-95 лет, если тепловое сопротивление стены «единичка» ($R=1,0 \text{ К кв. м/Вт}$).

Кроме того, возникает проблема приемлемых вентиляционных внутренних параметров. Мы же не говорим, что форточки ранее выполняли важную вентиляционную роль. Поставили пластиковые окна – в домах ухудшилась вентиляция, поползла плесень. Кто балансировал все эти вещи? За этим стояли расчеты вентиляционных параметров. По нормативам нужно, чтобы воздух менялся 3 раза в час. Хорошо, мы сделаем такую централизованную приточную систему. Вы знаете, она будет потреблять в январе при -15°C столько же топлива, сколько система отопления. Чем мы ее нагреем, это другой вопрос. Есть предложения поставить тепловые насосы на все здания. В ряде случаев и это возможное мероприятие. Для определенных нагрузок оно тоже будет окупаться в пределах 7-8 лет, и тоже может быть приемлемо.

xxxxxxxxxxxxxx

А.С. НЕКРАСОВ, председатель

Доклад Евгения Геннадьевича, который мы сегодня заслушали, ценен тем, что мы имеем здесь дело не с расчетными, а с фактическими результатами, с той реальной картиной, которая складывается хотя бы на примере Центрального округа Москвы. Если так все представить себе, то мы, по сути дела, имеем теневую экономику, которая находится с оборотом, наверное, на уровне всей остальной экономики страны. Те несуразности, мягко говоря, которые здесь присутствуют, которые были показаны только частично, наводят на мысль о том, а как с этим кончить, не разрубить ли это все и выбросить, не с точки зрения того, чтобы отказаться от централизованного теплоснабжения. Дело в том, что сегодня сама идея централизованного теплоснабжения в той ситуации, которая есть, оказалась выхолощенной. Здесь есть над чем задуматься.

Мы связаны с теплом очень индивидуальной картиной по каждому зданию, по каждому району. Когда мы говорим о переходе к индивидуальной системе теплоснабжения, крышным котельным и т.д., одно дело в центральной части с плотной застройкой, другое дело в спальных районах, где растащены все здания, и это во всех городах. Где застройка разрежена, там экологический фактор не так существенно значим, как при плотной застройке.

Второе – это вопрос самих зданий. Посмотрите, как сделаны наши здания, особенно старые 8-12-16-этажные здания. Вы имеете один подъезд на входе, лифт по центру, плоскую крышу и вокруг квартиры. По сути дела, вы имеете дело с трубой. При инфильтрации через дверь, неплотно закрытую, вы имеете очень хороший поток, который выдувает у вас все. Правда, снег не образуется на крыше, но ясно, что это источник очень больших тепловпотерь. Установка элементарных чердаков во мно-

гом решает уже эту задачу, потому что создается там некая подушка, которая решает все эти дела.

Возникает вопрос – единичное и массовое. Действительно, Николай Викторович прав, когда обратил внимание на это. Одно дело, мы имеем дело с индивидуальными случаями, а с точки общего жилищного массива, с точки зрения общей картины это приятные примеры для специалиста. А как подходить в целом к тому, что есть реально, это серьезный вопрос.

Говорят о больших выбросах. Если говорить о газе, есть замечательный класс выбросов «голубой ангел». Он примерно на порядок по выбросам меньше, чем выбросы нормальные европейские, а в российском государстве это еще больше. В этом классе тоже созданы и отечественные, и зарубежные котелки, как правило, 100-киловатные тепловые. Почему их нельзя ставить? Другое дело, насколько они будут обслуживаться правильно в эксплуатации, в каких регионах они могут решить проблему.

Последнее, на что я хотел бы обратить внимание. Все наши нормативные документы (я согласен с Евгением Геннадьевичем) очень слабо дифференцированы по условиям. Возьмите СНИП, там очень маленькая дифференциация. Начинается все отсюда, потому что проектировка идет на основании СНИПов, от него отклониться невозможно и уже в разные существующие решения закладываются совершенно одинаковые нормативы всех теплопотерь и расходов. Мне думается, что эта ситуация чрезвычайно серьезная. Там надо начинать и с этого. Я не знаю, откуда берутся такие вещи. Вы сказали, по горячему теплоснабжению умножается на 7520 часов из 8760, которые у нас есть в году. Это значит, что люди не выходят из своих подъездов, не ложатся спать и ничего другого не делают, как сидят в ванне и расходуют горячую воду.

Покойный профессор Штейнгауз специально занимался обследованием населения и установил, что расходует. При очень высоких нормах расхода на человека у него получилось 1 Гкал/год в квартире, оборудованной централизованным теплоснабжением, ванной, душем. Я попытался посчитать, а что это такое с точки зрения сегодняшних нормативов. Если взять то, что платит житель, у которого установлена АГВ или какая-то другая система, он платит из расчета 1,1 Гкал. Цифры практически совпадают. Есть методика расчета тепла на горячее водоснабжение с потерями 1,52 Гкал. Там заложено 20% потерь, если вы снимите, получится 1,30. Если вы возьмете норматив, по которому мы платим с 1994 года, мы платим с вами за 3,5 Гкал по горячему водоснабжению. Спрашивается: на каком основании? 10 лет прошло, не пересматриваются эти нормативы.

То же самое по отоплению. Не пересматриваются эти нормативы, никто не знает, откуда эти нормативы, как назначены, кем назначены, на основании чего они сделаны. Такой произвол в конце концов приво-

дит к таким перерасходам не только вдавливания тепла, но и по сути дела к перерасходам.