

Содержание

Введение	7
1. ПРОБЛЕМЫ И ЗАДАЧИ ЭФФЕКТИВНОГО ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ РЕГИОНАЛЬНЫХ ЭНЕРГОТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СИСТЕМ	15
1.1. Развитие общесистемных и отраслевых подходов к проблемам рационализации энерготехнологических систем регионов	15
1.2. Интеграция территориальных и градостроительных взглядов на оптимальное функционирование энерготехнологических систем регионов	24
1.3. Эволюция институциональных подходов к оценке эффективности территориальных (коммунальных) энерготехнологических систем	33
1.4. Выводы. Постановка цели и задач	42
2. ОСОБЕННОСТИ ДИНАМИКИ И ПРОСТРАНСТВЕННОГО РАЗВИТИЯ РЕГИОНАЛЬНЫХ ЭНЕРГОТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СИСТЕМ	50
2.1. Энергопроизводственные циклы как системообразую- щая идеология создания и развития промузлов и территориально-производственных комплексов	50
2.2. Особенности динамики и пространственного развития региональных энерготехнологических систем: взаимообусловленность промышленной и коммунальной теплофикации	61
2.3. Особенности структурного роста источников и систем теплоэнергоснабжения городов и регионов	69
2.4. Выводы	78

3. ВЗАИМОУСЛОВЛЕННОСТЬ ЭВОЛЮЦИИ ГОРОДСКИХ АГЛОМЕРАЦИЙ И СОПУТСТВУЮЩИХ ЭНЕРГОТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СИСТЕМ	80
3.1. Особенности процессов урбанизации, роста числа городов и агломераций на территории СССР и РФ	80
3.2. Централизация теплоснабжения как отражение климатической обусловленности концентрации расселения	91
3.3. Механизмы инфраструктурной самоорганизации: анализ порогов энергоэффективности при росте городов	103
3.4. Выводы	110
4. АНАЛИЗ ИЗМЕНЕНИЙ РАСЧЕТНЫХ УСЛОВИЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ РЕГИОНАЛЬНЫХ ЭНЕРГО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СИСТЕМ ГОРОДОВ И ПРОМУЗЛОВ	112
4.1. Особенности роста распределенных энерготехнологических систем городов, недостатки качественного развития и их влияние на расчетную эффективность региональных энерготехнологических систем	112
4.2. Комплекс системных изменений условий функционирования систем теплоэнергоснабжения, потери инфраструктурных преимуществ энерготехнологических систем	122
4.3. Анализ взаимовлияния и взаимозависимости режимов работы энергоисточников, распределительных сетей и потребителей тепловой энергии	136
4.4. Анализ фактических теплогидравлических режимов разнородных потребителей тепловой энергии	149
4.5. Выводы	165

5. ИНСТИТУЦИОНАЛЬНЫЕ ПРЕДПОСЫЛКИ И ОРГАНИЗАЦИОННО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ МЕРЫ ПРОВЕДЕНИЯ ЦЕЛОСТНОЙ ТЕРРИТОРИАЛЬНОЙ ПОЛИТИКИ ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ	167
5.1. Институциональные проблемы как отражение системной природы коммунальных систем энергообеспечения	167
5.2. Анализ правового опыта стимулирования энерго- и ресурсосбережения	178
5.3. Приоритеты государственной политики энергоресурсосбережения	190
5.4. Опыт институциональных преобразований в коммунальном комплексе на территориальном уровне	200
5.5. Выводы	211
6. МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАСПРЕДЕЛЁННЫХ ЭНЕРГОТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СИСТЕМ ГОРОДОВ И РЕГИОНОВ	213
6.1. Оценка ситуации с эффективностью элементов региональных энерготехнологических систем	213
6.2. Методология определения резервов повышения эффективности в региональных энерготехнологических комплексах	219
6.3. Пример оценки резервов повышения энергоэффектив- ности региональных энерготехнологических систем	230
6.4. Алгоритм и этапы комплексного территориального подхода к повышению эффективности региональных энерготехнологических систем	241
6.5. Выводы	250

7. ПРОБЛЕМЫ И ПУТИ РЕАЛИЗАЦИИ СИСТЕМНЫХ МЕТОДИЧЕСКИХ ПРИНЦИПОВ МОДЕРНИЗАЦИИ РЕГИОНАЛЬНЫХ ЭНЕРГОТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СИСТЕМ	251
7.1. Проблемы перехода к региональному уровню, разнообразию регионов	251
7.2. Выбор оптимальных сценариев повышения энергоэффективности и сбалансированного развития на примере Черноземного региона	262
7.3. «Дорожная карта» и алгоритмы формирования комплексных программ повышения энергоэффективности региональных энерготехнологических систем	273
7.4. Развитие информационных возможностей и функции комплекса поддержки принятия решений в энерготехнологической системе региона	283
7.5. Выводы	291
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	293
Список литературы	297

Применяемые обозначения

АЭС – атомная электростанция;

ВИЭ – возобновляемые источники энергии;

ВРП – валовый региональный продукт;

ВЭР – вторичные энергетические ресурсы;

ГСОП – градусо-сутки отопительного периода;

ГТУ – газотурбинная установка;

ГУИС – главное управление инженерных систем;

ДГА – детандер-генераторный агрегат;

ДЕЗ – дирекция единого заказчика;

ЖКХ – жилищно-коммунальное хозяйство;

ИАС – информационно-аналитическая система;

ИТП – индивидуальный тепловой пункт;

КИТ – коэффициент использования топлива;

КПД – коэффициент полезного действия;

КРП – контрольно-распределительный пункт;

ПЖА – промышленно-жилые агломерации;

ПГУ – парогазовая установка;

РЭК – региональная энергетическая комиссия;

РЭС – региональные энерготехнологические системы;

САУР – система автоматизированного учета ресурсопотребления;

СЖО – системы жизнеобеспечения;

СНиП – строительные нормы и правила;

СТЭС – системы теплоэнергоснабжения;

СЦТ – системы централизованного теплоснабжения;

ТНУ – теплонасосная установка;

ТПК – территориально-промышленные комплексы;

ТТК – теплотехнологический комплекс;

ТСО – теплоснабжающая организация;

ТЭК – топливно-энергетический комплекс;
ТЭР – топливно-энергетические ресурсы;
ТЭЦ – теплоэлектроцентраль;
УУТЭ – узел учета тепловой энергии;
ФОТ – фонд оплаты труда;
ЦАО – центральный административный округ;
ЦТП – центральный тепловой пункт;
ЭБК – энергобиологический комплекс;
ЭПЦ – энергопроизводственные циклы;
OLAP – (On-Line Analytical Processing), технология многомерного анализа данных.

ВВЕДЕНИЕ

Формирование эффективных энерготехнологических систем регионов, городов, промышленных комплексов в новых экономических условиях требует всестороннего анализа динамики их развития, комплекса разнообразных условий их функционирования, разноплановых факторов их изменений. Необходимость применения системного подхода к анализу функционирования сложных технических комплексов сложно оспаривать. Методологически задача состоит в том, чтобы выбрать из многочисленных подходов наиболее целесообразный для достижения поставленных инженерных задач. Отсюда вытекает необходимость всестороннего анализа предметной области исследуемых систем и выбор необходимого системного инструментария, соразмерного сложности выбранных объектов.

Безусловно, проблематика повышения эффективности территориальных систем теплоэнергоснабжения была в поле зрения специалистов, руководства отраслью и ранее. Нет никакого сомнения в том, что до 1990-х гг. ей была присуща определенная целостность в отличие от нынешней фрагментарной и противоречивой политики. Но рост масштабов и сложности энерготехнологических систем, резкое изменение условий функционирования, институционально-правовой среды, невозможность новых подключений заставляют по-новому оценить эффективность заложенных десятилетия назад технологических решений.

Падение эффективности централизованных систем теплоэнергоснабжения, резкий рост издержек, общее кризисное состояние систем жизнеобеспечения в регионах требует адекватных и эффективных инструментов анализа, прогнозирования и принятия решений. В качестве причин системной неэффективности называются износ технической инфраструктуры, ее дезинтеграция, недостаток инвестиций, за-

частую «чрезмерная централизация», недостаток стимулов к эффективной работе.

Вместе с тем, опыт даже ближайших соседей – Прибалтийских стран, – показывает возможность эффективной модернизации существующих систем теплоснабжения (правда, недешевой ценой). Об этом же свидетельствуют итоги реконструкции централизованных систем теплоэнергоснабжения в землях бывшей Восточной Германии, дальнейшее развитие систем централизованного теплоснабжения в крупных городах Скандинавии.

Очевидна необходимость более широкого, системного взгляда на проблему. Традиционная методологическая основа решения проблем энергосбережения, отличающаяся, как правило, дискретностью энергетического анализа в узких границах отдельных энергетических агрегатов, или в рамках частных мероприятий, оказывается недостаточной для исследований, нацеленных на выявление важнейших резервов энергосбережения в распределенных технологических комплексах материального производства и коммунальных систем жизнеобеспечения.

Главный вопрос: какие системы рассматривать, какие целостности мы выделяем в качестве определяющих? Во-первых, это технологическая целостность систем теплоэнергоснабжения (конгломерат источников, распределительных сетей и различных потребителей), во-вторых, территориальная (системы энергоснабжения поселка, города, промузла, мегаполиса, региона). В-третьих, речь идет об анализе всего жизненного цикла систем с учетом их принципиальных отличий и особенностей (стадия эксплуатации жизненного цикла энергоснабжающих систем является весьма длительной, определяющей).

Объект исследования – энерготехнологические системы городов и регионов сложились в основном на базе централизованных систем с крупными источниками теплоты и электроэнергии, и являются, по су-

ти, сложными иерархическими системами. Соответственно, крайне важно, используя современный системный инструментарий, не забывать о существенных, порой качественных, отличиях систем теплоэнергоснабжения в разных регионах страны.

Региональные энерготехнологические системы и комплексы в основном сформировались в условиях активной индустриализации, промышленного освоения территорий страны, при этом именно промышленный «акцент» определял энергоемкость продукции, набор и профиль энергетических агрегатов, развитость промышленной или коммунальной инфраструктуры. Именно поэтому важно понять особенности роста и становления энерготехнологических инфраструктур в увязке с ростом и развитием городов (промузлов) в разных макрорегионах страны, важнейшие ключевые фазы их жизненного цикла.

Можно утверждать, что региональные энерготехнологические системы (РЭС) являются в классификации К. Боулдинга¹ системами II уровня сложности (уровень простой динамической системы с детерминированными, необходимыми движениями, процессами) с элементами III уровня (кибернетической системы). Но энерготехнологические системы являются не только «кровеносными сосудами» экономики страны, но и важнейшим элементом систем жизнедеятельности, напрямую определяющие условия жизни значительного количества людей в суровых климатических условиях континентальной части России. Поэтому соответствующее рассмотрение их в качестве неотъемлемой инфраструктуры (каркаса) развития городов, промузлов и регионов существенно расширяет уровни системной сложности, добавляя к уже имеющимся технологическим системам IV уровень (открытые или саморазвивающиеся системы).

¹ Боулдинг К. Общая теория систем – скелет науки / Исследования по общей теории систем. – М.: Прогресс, 1969. – с. 106-124.

Неизбежность учета взаимовлияния социально-экономических факторов добавляет в систему процессы гораздо более высокого уровня (VII-VIII – уровень человека и социальных систем). Можно с достаточной долей условности закрепить ядро РЭС (энергоисточники) на II-III уровнях, а периферию (комплекс потребителей) – на VII-VIII, при этом распределительные сети связывают эти разноплановые системы, являясь при этом системой IV уровня сложности.

Это определенное методологическое противоречие, которое практически не учитывалось раньше, является в значительной степени ключевым при анализе эффективного функционирования РЭС, поскольку без оценки влияния совокупности социально-экономических факторов невозможно понять важнейшие особенности функционирования, кризисные ситуации в коммунальных и промышленных системах энергоснабжения. Поэтому необходимы новые методические подходы, позволяющие оценивать ситуацию в отмеченных предметных областях без радикального упрощения ситуации и с пониманием важнейших особенностей протекающих процессов, типологизации разноплановых и «разнокачественных» элементов системы.

В первой главе работы выполнен обзор отраслевых и территориальных подходов, анализ возможностей интеграции градостроительных и энерготехнологических взглядов на рационализацию региональных энерготехнологических систем. На основании обзора уточнен объект исследований, сделана постановка цели и задач работы, определены направления необходимых проработок.

Общая проблематика становления и развития региональных энерготехнологических систем рассмотрена во второй главе работы. Рассмотрены основные положения теории энергопроизводственных циклов (ЭПЦ) как основы создания и развития энерготехнологических систем регионов. Показана тесная взаимосвязь промышленной и коммунальной теплофикации, их ведущая роль при развитии и освоении

регионов с учетом особенностей преобладающих энергетических нагрузок и структурного роста РЭС.

В третьей главе работы проведен анализ динамики общего и пространственного развития городских поселений с точки зрения взаимовлияния на схемно-технологические параметры соответствующих энерготехнологических систем. Отмечено влияние климатических условий на процессы концентрации расселения в городах, отмечена существенная асимметрия расселения на территории страны. Определены границы эффективности концентрации расселения населения и централизации энергоснабжения, отмечены пороги энергоэффективности при достижении численности города ориентировочно в 100, 300 и 500 тыс. чел.

Комплексный анализ изменения расчетных условий эксплуатации региональных энерготехнологических систем проведен в четвертой главе работы. Особенности роста энерготехнологических систем городов и промузлов, недостатки качественного развития являлись предпосылкой существенного снижения расчетной эффективности РЭС. Резкое падение промышленной нагрузки, сокращение территории и населения страны в начале 1990-х гг. привело к радикальному изменению ситуации, практически полной потере инфраструктурных преимуществ, переходу РЭС в режим институциональной ловушки.

По мере понимания кардинального перерождения энерготехнологических систем городов на первый план выходят вопросы управления жизненным циклом сложных технических систем в увязке проблем их безопасности и экономичности. Это заставляет нас более пристально анализировать общий контекст развития технических систем (экономический, экологический, социальный и др.), его региональные особенности.

Пятая глава посвящена именно анализу системно-институциональных проблем, возникающих на стыке социальных и

технических сегментов РЭС, выявлению устойчивых институциональных ловушек неэффективности. На основе анализа организационно-правовых проблем функционирования коммунальных инфраструктур жизнеобеспечения в современных условиях обоснованы актуальные институциональные меры для их сбалансированного развития, пример их реализации в конкретных территориальных условиях.

Междисциплинарная сущность проблемы обусловлена довольно сильными отличиями и региональными особенностями страны, степенью коммунальности техносферы и инженерных структур жизнеобеспечения, и опирается в социальные аспекты энергоиспользования. Приведены примеры и подходы к решению выявленных институциональных и организационно-правовых проблем в других странах.

Реализованный в нескольких префектурах Москвы комплексный территориальный подход по выявлению и возможному использованию финансовых резервов был дополнен и распространен на более высокий уровень. Методология на всех этапах реализации должна базироваться (включать в себя) взаимосогласованные технические, организационно-экономические, информационные решения, социально-психологические технологии энергоресурсосбережения.

В шестой главе к технологиям повышения эффективности технических систем добавляются, или, говоря точнее, встраиваются компоненты и конструкты правового, информационного характера, иные инструменты стимулирования (а значит воздействия на социальные системы) эффективного использования энергоресурсов. Надо отметить, что технологии технического характера составляют около 1/5 всего массива применяемых средств, остальные 4/5 как раз являются выстроенными мерами информационной, правовой, тарифной политики, мероприятиями пропаганды и обучения.

Предложенная методология выявления базовых технологических и финансовых резервов апробирована на примере расчета фактических показателей эффективности ряда крупных городов страны.

В последней, седьмой главе рассмотрено разнообразие регионов РФ по базовым показателям удельного потребления энергоресурсов и удельной энергоемкости ВРП, доказана необходимость различных региональных стратегий по снижению энергоемкости экономики региона.

Комплекс взаимоувязанных мер и мероприятий иллюстрируется конкретными программами энергосбережения ряда крупных городов и регионов страны, анализируются проблемы, возникающие на пути реализации таких междисциплинарных проектов и программ. Приведена структура и основные функциональные возможности информационно-аналитической оболочки – основы для создания комплекса поддержки принятия решений в развитии энерготехнологической системы региона.

В целом научно-методические основы формирования эффективных энерготехнологических систем городов и регионов опираются на системный анализ их эволюции, взаимовлияния роста городов и РЭС, совокупности факторов изменений условий их функционирования. Для понимания ситуации на региональном уровне разработан инструментарий типологизации разнокачественных потребителей и городских поселений в целом. Идеология комплексного территориального подхода также строится на системной увязке технологических, организационно-экономических, институционально-правовых мер и решений.

Эволюция сопутствующих правоустанавливающих институциональных принципов в этой сфере также должна опираться не на устаревшие постулаты монополий и «дерегулирования» а вбирать в себя современные концепции регулирования услуг общеэкономического

назначения, увязки роста тарифов с разработкой программ комплексного развития энергетических систем городов, прорабатывать «дуальность» инфраструктурных услуг, развивать многоплановое концессионное законодательство, защиту прав потребителей. Управление всем жизненным циклом сложных технических систем требует кроме увязки технических и организационных аспектов организовать подготовку кадров для обеспечения решения вышеуказанных задач (желательно на позитивных примерах реализации разработанных программ).

1. ПРОБЛЕМЫ И ЗАДАЧИ ЭФФЕКТИВНОГО ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ РЕГИОНАЛЬНЫХ ЭНЕРГОТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СИСТЕМ

1.1. Развитие общесистемных и отраслевых подходов к проблемам рационализации энерготехнологических систем регионов

Современные энерготехнологические системы регионов являются территориально распределенными, которые обслуживают десятки, сотни, тысячи абонентов, находящихся на значительном удалении друг от друга. Традиционная методологическая основа решения проблем энергосбережения, отличающаяся, как правило, дискретностью энергетического анализа в узких границах отдельных энергетических агрегатов, или в рамках частных мероприятий, оказывается недостаточной для исследований, нацеленных на выявление важнейших резервов энергосбережения в распределенных технологических комплексах материального производства и коммунальных систем жизнеобеспечения.

Это справедливо не только для многостадийных энергоемких промышленных узлов, но и для коммунального комплекса страны, который, невзирая на низкие потенциалы потребляемых ТЭР, также является весьма энергоемким потребителем тепло-, электроэнергии и воды. Существенно изменившиеся условия функционирования территориальных систем теплоэнергоснабжения, кроме того, диктуют необходимость проработки новых институциональных принципов создания (модернизации) эффективных систем энергообеспечения.

Энергетика, начиная с 20-х гг. XX века, развивалась по пути все более мощных территориально распределенных производственных систем (электроэнергетических, газо-, нефте-, водо-, теплоснабжающих и др.), увеличивалась взаимозависимость и взаимовлияние от-

дельных систем энергетики, происходило формирование в конечном счете единых иерархически организованных общеэнергетических систем на уровне регионов, государств, межгосударственном уровне.

Большие системы энергетики, по мнению Н.И. Воропая², выступают как объект самостоятельных, в какой-то степени достаточно автономных, системных исследований; в виду того, что они, во-первых, охватывают по совокупности важнейший межотраслевой комплекс со сложившимися для него объективными тенденциями развития; во-вторых, обладают только им присущим характерным свойствам, и главные общие свойства человеко-машинных систем в этих системах проявляются весьма специфично. Не оспаривая сейчас применимость последнего тезиса, вернемся к этому ниже.

Энергетика становится стержнем экономического и социального развития, что по-разному проявлялось в СССР и в других экономически развитых странах. Именно в отечественной науке, на стыке экономгеографии, энергетики и экономики, тенденция системности энергетики была успешно использована при разработке плана пространственного развития страны ГОЭЛРО и развития энергетического метода исследования, т.е. в рассмотрении энергетического хозяйства в органическом единстве: от первичных энергоресурсов до приемников энергии включительно. Комплексный энергетический метод, развитый Г.М. Кржижановским в творческом содружестве с Н.И. Колосовским и Н.Н. Баранским, получил дальнейшее развитие в трудах Л.А. Мелентьева, М.А. Стыриковича, А.А. Макарова, Н.И. Воропая, В.А. Веникова и других ученых-энергетиков.

Вслед за ними Л.С. Хрилев, Б.И. Кудрин, Е.Я. Соколов, Б.В. Сазанов, А.И. Андрющенко, А.Д. Ключников, А.Я. Шелгинский, В.В. Кафаров, Б.П. Нестеров, Ю.Г. Назмеев в разной степени развивали эти

² Н.И. Воропай. Лев Александрович Мелентьев – основоположник научного направления «системные исследования в энергетике» // Теплоэнергетика. 2008. № 11.

системные представления в различных предметных областях (электроэнергетические и теплофикационные системы, системы электроснабжения промкомплексов и промышленные теплоэнергетические системы, электрохимические и теплотехнологические системы), добиваясь значительных результатов как в теоретических моделях соответствующих предметных областей, так и в практическом применении этих методов и моделей.

Однако после забытого «экономгеографического» крена энергетики в рамках теории энергопроизводственных циклов (ЭПЦ), уже в 70-е гг. XX в. и позже из этих исследований стали исчезать, или, говоря другими словами, не так ярко проявляться территориальные признаки и доминанты энергопроизводственных и энерготехнологических систем. Это в первую очередь было связано с развитием отраслевых подходов, активным ростом черной и цветной металлургии, химии и нефтехимии, машиностроения и промышленности стройматериалов, в которых вырабатывались требуемые теплоэнергетические подходы и методики, собиралась и обрабатывалась статистическая база. На базе энерготехнологических подходов Н.А. Семенов, Л.Н. Сидельковским, А.Д. Ключниковым было развито междисциплинарное направление – энергетика теплотехнологии, которое совместно с методологией теплоэнергетических систем промпредприятий позволило существенно расширить границы объекта до замкнутых отраслевых или территориальных производственно-коммунальных комплексов и агломераций, хотя и без сопутствующей привязки к конкретным региональным особенностям.

Почему мы считаем это актуальным? В условиях колоссальной территории СССР было принципиально важно достаточно быстро найти такую стратегию пространственного развития, которая позволила бы преодолевать колоссальное сопротивление среды с минимальным расходом топливно-энергетических и иных ресурсов. «Мы

живем в стране, охватывающей 1/6 часть суши. Попробуйте при решении любого хозяйственного вопроса оперировать языком средних цифр, разнесенных на весь громадный массив, и вы немедленно зайдете в тупик» – писал Г.М. Кржижановский. Для реализации задачи пространственного освоения территории страны в рамках комплексного энергетического подхода была предложена и развита теория ЭПЦ, из которой органически вытекала необходимость создания территориально-производственных комплексов (ТПК) как эффективного инструмента агломерации, освоения пространства страны. ЭПЦ явились той целостностью в общесистемном понимании, на базе которой создавались отраслевые и межотраслевые ТПК разной степени завершенности.

Предмет теории систем – целостность в различных областях жизни человеческого общества, формы их возникновения, развития и исчезновения. Иными словами, в качестве предмета, изучаемого теорией систем, выступает уникальный аспект, не рассматриваемый в сложившихся научных дисциплинах. Средством выделения этого аспекта служит понятие целостности, означающее некоторую законченность, полноту, нечто неразделенное. Это не просто множество элементов, а множество, связанное между собой. Каждый элемент целостности неустраним, его исключение приводит к потере целостности. Введение представления о целостности является ограничением понятия «система», делает его более нагруженным различительной способностью.

Поэтому целостностью в рамках региональных (территориальных) энерготехнологических систем (РЭТС) будем считать комплекс устройств от источников до потребителей, потому что процессы потребления энергии неразделимы от генерации (и наоборот), и энергия, как субстанция с повышенной работоспособностью (эксергией), может циркулировать безопасно только между источником и потреби-

лями, и крайне сложно аккумулируется («складируется»). Именно в рамках таких целостностей мы рассматриваем РЭС, в которых в качестве энергоносителей циркулируют пар, горячая вода, электроэнергия³, т.е. продукты с высокой физической эксергией. Отметим, что в таком случае ключевым параметром таких целостностей (систем) является необходимость как можно более полного согласования режимов выработки и потребления энергии, а появление дисбалансов является проявлением неоптимальных режимов функционирования систем.

Центр внимания перемещается с модели, то есть с составления и решения комплекса дифференциальных уравнений, на определение того, каковы границы целостности. В этой связи легко видеть, что системы теплоэнергоснабжения городов и промузлов являются такой целостностью, органично включающей в себя в самом общем виде источники, распределительные сети и комплекс потребителей.

В более общем виде такой целостностью выступали энергопроизводственные циклы (ЭПЦ), формирующиеся вокруг доминирующего типа энергопреобразования в рамках территориального ареала, развивающие инфраструктуру переработки первичных ресурсов с той или иной степенью безотходности. Наиболее оптимально функционирующими целостностями РЭС в период их интенсивного роста (1955-1980 гг.) были системы теплоэнергоснабжения промузлов и жилых комплексов с существенным преобладанием промышленной тепловой (и электрической) нагрузки в базовой части графика годового энергопотребления.

Появление и формирование ЭПЦ как интегрирующей целостности стало возможным только в условиях избытка территории, или понимания территории как ресурса развития. Пространство – не только

³ В промышленных РЭС в качестве теплоносителя рассматривается более широкий круг топливных и инертных газов, водяного пара разного давления, холода, сжатого воздуха и его производных.

ресурс, оно еще и обременение. Экономическая география рассматривает создание городов, агломераций, транспортных коридоров как преодоление сопротивления пространства. Сопротивление пространства – многокомпонентная характеристика, но, тем не менее, очевидно, что климатические параметры играют в нем важную роль. Надо помнить, что территория СССР ориентировочно составляла около 45 «франций» или «германий», то есть 45 блоков по 450-550 тыс. км², которые по мнению географов считаются оптимальными размерами государства. Промышленное развитие позволило сочетать территориальное продвижение инфраструктуры на восток с развитием пром-комплекса (и городов) в центральной части страны. В этом смысле урбанизация в СССР, т.е. развитие именно городских агломераций, как отмечают многие специалисты, носила «догоняющий», индустриальный характер.

Резервы территории, как справедливо полагали экономгеографы, до известной степени сдерживающие социально-экономическое развитие страны на первоначальных его этапах, по мере наращивания темпов индустриализации становятся все более благоприятным фактором, предоставляя все новые возможности для роста производительности общественного труда страны как единого социально-экономического механизма, целостности высшего уровня.

Таковую же важную, как и энергетика, роль в освоении территории, преодолении сопротивления пространства играет транспорт. Транспортные инфраструктуры всех видов обеспечивают вовлечение в эксплуатацию новых месторождений сырья, топлива, энергии на большей площади, при этом вместе с энергоисточниками раскрывают резерв территории, делают их доступными для промышленного освоения, расширяют территориальное разделение труда внутри страны. Говоря современным языком, в ресурсы территории включаются далеко не только полезные ископаемые ресурсы, важнейшим фактором

территориального развития становятся экологические, рекреационные, культурные ресурсы, транспортная доступность которых в ряде случаев является критическим звеном их востребованности и дальнейшего развития.

Как показывает дальнейший анализ, такая стратегия была наиболее адекватной и эффективной в условиях доминанты территориального расширения СССР на восток. Общая инфраструктурная развитость является ключевым преимуществом развития регионов и в настоящее время. Подобно общерегиональным межстрановым различиям в энергопотреблении, сохраняется также значительная дифференциация регионов России по удельному потреблению первичных энергоресурсов и электроэнергии, обусловленная различием климатических условий и, главное, размещением и структурой производства. Процесс совершенствования структуры народного хозяйства в рассматриваемой перспективе уже обозначился, но ещё не может внести существенный вклад в выравнивание душевых показателей энергопотребления по районам страны.

Повышенная энергонасыщенность в целом положительно влияет как на технологический потенциал региона, так и на показатели его устойчивости. Производство большего объема продукции при равном энергопотреблении, но применении более концентрированных потоков энергии, является ключевым принципом прогресса технических систем. Вместе с этим регионы с высокой энергонасыщенностью располагают развитой энергетической инфраструктурой, которая при изменении ситуации может быть переориентирована на новые виды производства.

При этом переналадить систему энергоснабжения – совсем не то же, что ее создать. Развитые энергетические инфраструктуры в любом случае являются предпосылкой более полного использования потенциала энергоносителей. Резко изменившиеся в последние два десяти-

летия условия функционирования энергопромышленного комплекса страны привели к разрушению многих целостных РЭС и потере инфраструктурных преимуществ (за небольшим исключением ряда регионов Черноземья, Поволжья, Урала).

Необходимость применения системного подхода к анализу функционирования сложных технических систем сложно оспаривать. Методологически задача состоит в том, чтобы выбрать из многочисленных подходов наиболее целесообразный для достижения поставленных инженерных задач. Отсюда вытекает необходимость анализа предметной области исследуемых систем и выбор необходимого системного инструментария, соразмерного сложности выбранных объектов.

Территориальные системы теплоэнергоснабжения являются в классификации К. Боулдинга¹ системами II уровня сложности (уровень простой динамической системы с детерминированными, необходимыми движениями, процессами) с элементами III уровня (кибернетической системы). Но рассмотрение РЭС как неотъемлемой важнейшей инфраструктуры (каркаса) развития городов, агломераций существенно увеличивает уровень системной сложности, добавляя IV уровень (открытые или саморазвивающиеся системы), а взаимовлияние социально-экономических факторов – гораздо более высокие уровни (VII-VIII – уровень человека и социальных систем).

Это противоречие стыковки и взаимодействия систем разного уровня сложности является в значительной степени ключевым при анализе эффективного функционирования РЭС, поскольку без оценки влияния совокупности социально-экономических факторов невозможно понять особенности кризисной ситуации коммунальных и промышленных систем энергоснабжения.

Необходимы новые методические подходы, позволяющие оценивать ситуацию в отмеченных предметных областях без радикально-

го упрощения ситуации и с пониманием важнейших особенностей протекающих процессов, типологизации разноплановых и «разнокачественных» элементов системы. Предпосылкой радикального сдвига в решении проблем энергосбережения в этих сферах является применение новых методических подходов, базирующихся на концепциях системного анализа, идеологии интенсивного энергосбережения, комплексных территориальных подходов.

Чрезвычайно продуктивным в этом направлении, на наш взгляд, оказался выход за пределы установок и агрегатов, который совершила методологическая школа проф. А.Д. Ключникова. Энергетика теплотехнологии на самом деле явилась системным методом анализа замкнутых (целостных) теплотехнологических комплексов. При этом объектом в основном выступали промышленные теплотехнологические комплексы, хотя и обладающие, как правило, существенно меньшей, в отличие от городских систем, распределенностью и существенно меньшим влиянием потребителей. Это позволило создать целостную методологию поэтапной рационализации теплотехнологических комплексов (ТТК) на основе совокупности увязанных термодинамически идеальных моделей. В самое последнее время в работах С.В. Картавцева, С.К. Попова и других проработан и отраслевой уровень.

Переход на следующий системный уровень – предприятие в целом, – был рассмотрен и предложен в работах Б.В. Сазанова, А.Я. Шелгинского, О.Л. Данилова, Ю.Г. Назмеева, В.В. Кафарова, В.М. Павлова, Я.М. Щелокова, В.П. Мешалкина, В.И. Ситаса, И.А. Султангузина. Разработанные подходы и модели различной степени сложности позволили проводить многофакторную оптимизацию энерготехнологического комплекса предприятий разных отраслей, в том числе с учетом некоторых территориальных факторов и особенностей. Дальнейший анализ региональных энергопроизводственных комплексов требует осмысления типологических параметров и характеристик, ка-

чественно отличающихся одни регионы и региональные комплексы от других.

1.2. Интеграция территориальных и градостроительных взглядов на оптимальное функционирование энерготехнологических систем регионов

Необходимость рассмотрения в качестве объекта целостных территориальных образований вызвана тем, что именно на этом уровне возможно радикально повысить эффективность комплекса жизнеобеспечения, включая источники ТЭР, системы распределения и разнородных потребителей. Соответственно, объектом энергетического анализа уже служат не отдельные тепловые агрегаты или тепловые сети, а непосредственно замкнутые отраслевые или территориальные производственно-коммунальные комплексы (агломерации), а конкретным средством выявления масштабных энергосберегающих эффектов будет являться совокупность взаимоувязанных технологических, организационно-экономических, информационных и правовых мероприятий энергоресурсосбережения.

При этом концепция «территориальности» по определению В.Н. Лексина⁴ исходит от признания самого факта обязательного наличия особой сущности явлений, объектов и процессов, которую они приобретают в связи с их расположением, взаимодействием или протеканием в определенных пространственных границах. Подчеркнем, что для регионов нет единого универсального набора мер и технологий энерго- и ресурсосбережения, каждый раз ключевые территориальные особенности определяют (формируют) общий вектор, направление

⁴ Лексин В.Н. Федеративная Россия и ее региональная политика. – М.: ИНФРА-М, 2008 г.

модернизации, выстраивая определенный комплекс мер и последовательность их реализации.

В связи с этим вполне приемлемым является определение «территории» (региона)⁵ как части пространства страны в границах, установленных в соответствии с каким-либо доминантным для данного исследования признаком; чаще всего таковым принимают ареал юрисдикции региональных или местных органов власти (административно-территориальная граница).

В то же время в понятие «территория» идеально вписывается и зона интересов какой-либо корпорации, и пространство местных рынков, и зоны социально-инфраструктурного, коммунально-энергетического или транспортного обслуживания и т.п. Сложившиеся структуры теплоэнергоснабжения в промузлах и больших городах сформировались в основном на базе централизованных систем с крупными источниками теплоты и электроэнергии, и являются, по сути, сложными иерархическими системами.

Так же, как системы теплоэнергоснабжения, городские агломерации (промузлы) являются целостностью или системами более высокого уровня. Проблема сосуществования двух и нескольких разноплановых (разноуровневых) систем сама по себе представляет большой научно-методический интерес. Технологические инфраструктуры, существуя «на теле», на пространстве города, региона, территории, реализуют функции систем жизнеобеспечения, т.е. снабжения социальной системы необходимыми для жизни ресурсами, удаления отходов и др. Безусловно, нормальное функционирование города без подобных технических систем крайне затруднительно.

Особенности распределенных объектов и систем теплоэнергоснабжения заключаются в том, что простой набор частных решений

⁵ «Территория» и «регион» по существу являются синонимами, и их различное употребление связано только с тем, что «регион» отождествляется (в том числе в ряде нормативных актов) с субъектом РФ.

далеко не всегда приводит к повышению системной эффективности. Масштабы и сложность промышленных и коммунальных систем теплоэнергоснабжения стремительно растут. В силу значительной распределенности, рост и сбалансированное структурное развитие систем теплоэнергоснабжения городов становится важнейшей инженерной задачей.

В связи с падением промышленной нагрузки, в последнее время происходит активный рост массового влияния потребителей на режимы энергоиспользования и на функционирование РЭС в целом. Поскольку процессы энергоиспользования протекают в разных уровнях, во всех звеньях экономики, городского хозяйства, то дисбалансы разного уровня накапливаются, накладываются друг на друга, создавая в целом совершенно искаженную картину целей и мотиваций всех субъектов.

Эффективность комплекса не равна в общем случае сумме (произведению) эффективностей составляющих элементов в силу различных процессов, многообразия элементов и их взаимовлияния. Эффективность источников ТЭР, сетей и потребителей в этом разрезе – это есть выражение эффективности значительно разных процессов генерации (выработки) энергии, транспорта, распределения и потребления, изначально требующие использования разных показателей оценки. Проблема заключается в том, что помимо взаимовлияния элементов друг на друга, не выработана система критериев оценки эффективности всего комплекса, нет сопряжения между критериями энергетической эффективности сетей и непосредственно потребителями.

Территориальная «распределённость» технических систем как система взглядов, как отработанное методическое понятие, не стало достаточно привычным в инженерном обиходе по ряду причин. Системы теплоэнергоснабжения сооружались и проектировались в расчете на номинальную (максимальную расчетную) нагрузку, при этом

перерасходы ТЭР, «перетопы», как правило, не являлись предметом пристального инженерного анализа. Для удобства и унификации построения графиков регулирования (в основном, качественного) управление абонентами осуществлялось по максимальной нагрузке (отопительная нагрузка в холодное время, нагрузка горячего водоснабжения – в теплое).

Наращивание масштабов централизации теплоснабжения приводило к ощутимой народно-хозяйственной экономии за счет повышения выработки электроэнергии на тепловом потреблении (в случае источника комбинированной выработки тепло- и электроэнергии), причем практически вся экономия относилась именно к электрическому комплексу. Массовое строительство жилья в стране в основном производилось за счет типовых зданий и сооружений с известными паспортными теплогидравлическими характеристиками. Активное участие населения в «регулировании» работы систем теплоснабжения в самое последнее время приняло значительный (массовый) характер.

Разнообразие режимов энергоисточников, потребителей и систем распределения стали предметом внимания только в электроэнергетике в силу масштабов развития единой энергосистемы СССР, проблем структурной и режимной устойчивости. Распределенные системы теплоснабжения эксплуатировали и поддерживали в рабочем состоянии не всегда энергетики, а представители коммунальных служб, в которых вопросам соблюдения технологических режимов придавалось меньшее значение, да и существенно меньше теплоэнергетиков-специалистов осуществляли контроль за работой различных звеньев систем.

Отметим и определенную психологическую, когнитивную особенность инженерного мышления, – предметом всестороннего изучения в первую очередь были различные процессы, агрегаты, установки. Вышеуказанная особенность психики эксплуатационников (операто-

ров) сыграла негативную роль и при развитии трагических сценариев ряда крупных промышленных аварий; внимание операторов было не в силах охватить или выделить наиболее существенные, критические взаимосвязи современных сложных энергонасыщенных агрегатов и комплексов.

Наличный парк электронно-вычислительной техники и активно развивающееся в самое последнее время прикладное программное обеспечение, в частности, объектно-ориентированные подходы и базы данных, дают возможность адекватного моделирования сложных многосвязных и распределенных объектов в режимах возможного анализа и реагирования.

В условиях, когда не введены критерии оценки энергоэффективности всей системы теплоснабжения в комплексе, требования о повышении коэффициента полезного действия тепловырабатывающего оборудования, справедливо отмечают авторы национального доклада о теплоснабжении⁶, могут не привести к росту энергоэффективности из-за чрезвычайно низкого общего КПД источника тепла и огромных потерь тепловой энергии во внешнем контуре. При этом отвлечение средств на замену котлов приведет к уменьшению затрат на замену тепловых сетей и, соответственно, к увеличению теплопотерь.

Комплексное рассмотрение систем теплоснабжения через общий КПД системы и через удельные затраты на отопление 1 м³ зданий с разбивкой на выработку, транспорт и потребление позволят для каждой конкретной системы определить приоритеты в мероприятиях по росту энергоэффективности. Проблеме энергоэффективности зданий и строений посвящено немало работ отечественных и зарубежных авторов. Среди них необходимо отметить В.Н. Богословского, В.И.

⁶ Национальный доклад «Теплоснабжение Российской Федерации. Пути выхода из кризиса» / Под ред. В.Г. Семенова. М. – 2001 г.

Прохорова, Л.Д. Богуславского, Ю.А. Табунщикова, В.И. Ливчака, В.Г. Гагарина, Ю.А. Матросова.

В классических трудах В.Н. Богословского анализируется тепловой режим зданий, устойчивость ограждений к термическим колебаниям. В.И. Прохоров наряду с удельными отопительными характеристиками рассматривает потребление тепловой и электрической энергии на вентиляцию, кондиционирование воздуха, горячее водоснабжение, правомерно утверждая, что только такой комплексный подход дает нам возможность выявления главных направлений повышения энергоэффективности зданий⁷.

Ю.А. Табунщиков в своих работах разных лет рассматривает здание как теплоэнергетическую систему, анализируя влияние различных внешних и внутренних факторов на состояние микроклимата зданий, и его энергопотребление, убедительно раскрывает необходимость интеграции разных инженерных подходов для выработки теории и методологии энергоэффективности зданий⁸. Работы В.Г. Гагарина убедительно показывают практическую некупаемость утепления ограждающих конструкций зданий свыше $0,95-1,0 \text{ К}\cdot\text{м}^2/\text{Вт}$ при существующих соотношениях цен на тепло, топливо⁹ и ставки рефинансирования Центробанка РФ. В.И. Ливчак анализирует энергоэффективность зданий с позиций применения эффективных систем отопления, вентиляции, кондиционирования воздуха¹⁰, решений по утилизации сбросной теплоты.

Завышенные требования к установленному СНИП «Тепловая защита зданий» термическому сопротивлению ограждений подвергаются массовой критике со стороны строителей, специалистов по

⁷ Прохоров В.И. Облик энергосбережения. – М., 2001.

⁸ Табунщиков Ю.А. Энергосбережение – дефицит знаний и мотиваций // АВОК. 2004. № 5.

⁹ Гагарин В.Г. Экономические аспекты повышения теплозащиты ограждающих конструкций зданий в условиях «рыночной экономики» // Новости теплоснабжения. 2002. № 1.

¹⁰ Ливчак В.И. Совершенствование систем централизованного теплоснабжения крупных городов России // АВОК. 2004. № 5.

строительной теплофизике. Можно говорить, что среди специалистов нет устоявшегося мнения и относительно адекватности жилого фонда требованиям энергосбережения с точки зрения сравнения с «передовыми» европейскими показателями. В методическом плане, как уже отмечалось выше, положение осложняется тем, что в инженерном сообществе пока не отработана теория и методология энергоэффективных зданий, и это пока остается предметом мастерства и искусства проектировщиков.

Дефицит знаний и мотиваций, который отмечал Ю.А. Табунцов⁸, проявляется именно в отсутствии комплексных представлений о тепловом поведении зданий и слабом использовании достижений науки и техники в системах теплоснабжения и климатизации зданий. Выполненный за многие годы объем работ по энергосбережению являлся только развитием и накоплением знаний: нет перехода количества в качество ни в России, ни за рубежом. Новое качество должно заключаться в том, что принципы проектирования (неизменные с 1970-х гг.) должны основываться на рассмотрении зданий как единой энергетической системы и использования методов системного анализа для выбора оптимальных решений.

Реализация комплексного территориального подхода к повышению эффективности систем жизнеобеспечения требует проработок соответствующих схем, параметров, согласования режимных характеристик агрегатов, резервирования и аккумуляции энергии, согласованности технических, организационно-экономических решений, политико-правовых предпосылок и сопутствующих социальных технологий. Освоение всего комплекса мероприятий в рамках комплексного градостроительного подхода потенциально дает больший эффект энергосбережения, чем на уровне конкретных энергетических установок и потребителей, хотя одно вовсе не исключает другого, а вполне органически дополняет.

Актуальность и неизбежность системного подхода в реализации территориальной программы развития эффективных систем жизнеобеспечения связана с целым рядом факторов, среди которых необходимо упомянуть:

- различия в размерах городов и поселений;
- разные схемные решения подачи энергоресурсов;
- невозможность полного централизованного регулирования и управления;
- значительные колебания нагрузки по времени (сезонам года);
- стыковка градостроительных решений, инженерного обустройства и энергетических коммуникаций;
- наличие разнопланового и разнородного оборудования;
- тесная связь с образом жизни населения;
- увязка с территориальными особенностями города.

Теплоснабжение в нашей стране, по мнению исследователей¹¹, является определенной институциональной (коммунально-редистрибутивной) матрицей, устойчивость которой обусловлена определенными социально-историческими и географическо-климатическими параметрами. Именно эта устойчивость препятствует насильственному внедрению новых экономических отношений чисто рыночного характера в среду целостных институциональных структур систем теплоснабжения.

Коммунальный характер материально-технологической среды – это характеристика среды, обладающей несколькими важнейшими признаками:

1. она является фактором выживания и условием общественного благополучия;

¹¹ Кирдина С.Г. Институциональные матрицы и развитие России. – М., 2002 г.

2. требует упорядоченных коллективных действий; объем ресурсов на ее поддержание превышает индивидуальные и групповые возможности;
3. обладает технологической целостностью, т.е. ухудшение положения в одной части приводит к ухудшению в системе в целом;
4. достаточно инвариантна к платежеспособности населения.

Коммунальность инфраструктур жизнеобеспечения на территории СССР, по мнению ряда исследователей¹², была обусловлена несколькими причинами:

- пространственная распределенность страны (свыше 17 млн км²);
- сильные территориальные различия регионов;
- суровость климата практически на всей территории страны (кроме 5-7%);
- высокий уровень хозяйственных (в первую очередь агротехнических) рисков.

Такая коммунальная инфраструктура является общественным благом и условием выживания всего общества. Функции по поддержанию и развитию коммунальной инфраструктуры выполняет не совокупность частных субъектов, реализующих свои собственные интересы, а государство, выражающее общественный интерес. Оно создает соответствующую систему управления и через центральные органы определяет общие правила пользования коммунальной инфраструктурой для всех хозяйствующих субъектов. Можно сказать, что вся экономика функционировала как большой «завод», единая гигантская корпорация. В этом была своя логика: сокращение транзакционных затрат, необходимость мобилизации ресурсов.

В ходе исторического развития коммунальность материально-технической среды в России не уменьшается, а увеличивается, при

¹² Бессонова О.Э. Раздаток: Институциональная теория хозяйственного развития России. – Новосибирск: Наука, 1999 г.

этом центр тяжести экономического развития переносился именно на материально-техническую инфраструктуру. Коммунальность или редистрибутивность¹³ как экономический феномен был востребован в экономической системе самой большой в мире Северной страны как специфическая перераспределительная форма сведения межотраслевых и межрегиональных балансов.

Соответственно, на институциональном уровне принципы зонирования населенных пунктов и закрепление коммунального статуса РЭС должны лечь в основу законодательства, регулирующего формирование жизненного пространства в городах и сельской местности.

1.3. Эволюция институциональных подходов к оценке эффективности территориальных (коммунальных) энерготехнологических систем

Выше уже отмечалось, что рассмотрение как технологических, так и экономических проблем эффективности систем энергообеспечения городов зачастую производилось в отрыве от важнейших территориальных особенностей конкретного региона. При этом из виду упускались как важнейшие функциональные отличия систем жизнеобеспечения, так и существенное влияние на их режимы действий потребителей, особенности образа жизни и поведения населения.

Энергия вообще, и тепловая энергия в частности, в силу своих особых физических свойств не может быть предметом договора имущественного найма, договора хранения, так как она потребляется и ее невозможно вернуть. Особые свойства тепловой энергии: невозможность зрительно обнаружить ее как вещь, накопить на складе в значительном количестве для промышленного потребления, ограни-

¹³ Редистрибутивность – механизм сбора, аккумуляции и перераспределения ресурсов.

ченность применения принципа владения, распоряжения по отношению к тепловой энергии как вещи, практическое совпадение момента производства и потребления тепловой энергии как единого во времени процесса – вызывали и продолжают вызывать дискуссии.

Отметим, что договору о теплоснабжении присущ ряд характерных черт, которые отсутствуют в других гражданско-правовых документах: необходимость иметь присоединенную к теплоснабжающей организации сеть, обязанность абонентов соблюдать предусмотренный договором режим потребления тепловой энергии, обеспечивать безопасность эксплуатации находящихся в его ведении сетей, исправность теплоприемников и приборов учета. М.М. Агарков¹⁴ еще в начале XX в. отмечал, что электрическая энергия не является ни правом, ни вещью, следовательно, по договору на электроснабжение электростанция обязуется совершить работу, необходимую для доставления потребителю энергии, а не передавать какое-то имущество.

Поэтому и договор, на основании которого электростанция обязуется снабдить потребителя электрической энергией, следует считать договором подряда. О необходимости рассмотрения коммунального энергохозяйства в комплексе, без отрыва от всего сложного городского механизма писал и Л.А. Велихов¹⁵ в своих выдающихся и незаслуженно забытых в последнее время работах по развитию города.

С.М. Корнеев¹⁶, исследуя правовую природу договоров энергоснабжения, выделяет их в самостоятельную группу, предметом договора в которой является электрическая энергия как ценность, экономическое благо. Современное цивилистическое понимание энергии зарубежными учеными выразил Р. Саватье¹⁷ в форме определенных обязательств. «Энергия – это вещь, определенная всегда родовыми

¹⁴ Агарков М.М. Подряд (текст и комментарий к статьям 220-235 ГК РФ). – М., 1924 г.

¹⁵ Велихов Л.А. Основы городского хозяйства: Общее учение о городе, его управлении, финансах и методах хозяйства. М., Л., 1928, Ч. 1.

¹⁶ Корнеев С.М. Юридическая природа договора энергоснабжения // Закон. 1995. № 7.

¹⁷ Саватье Р. Теория обязательств. – М.: Прогресс, 1972 г.

признаками, которые выражаются только в результатах ее использования, и продаются в соответствии с единицей измерения. Представляя собой важный объект обязательства, она не может быть объектом права собственности». В связи с этим договор энергоснабжения должен включать в себя органичные признаки инфраструктурной роли систем жизнеобеспечения городов.

Институциональные параметры экономики коммунальных структур должны исходить из этих важнейших особенностей продукции инфраструктурных отраслей (товаров, услуг):

- «товар» не овеществляется в момент приобретения;
- определенная «дуальность» продукции РЭТС – товар/услуга;
- потребительская ценность существенно зависит от температуры теплоносителя и качества абонентских установок потребителя;
- практическая невозможность оценки качества «продукции»;
- невозможность свободного выбора поставщика;
- отсутствие отработанных нормативов потребления ресурсов.

Потребитель в системах жизнеобеспечения практически лишен возможности выбора не только по причинам так называемого пресловутого монополизма. Выбор, как правило, осуществляется потребителями на основе трех параметров: цены, возможности количественно измерить потребляемую продукцию и на основе понятных критериев качества. В системах теплоэнергообеспечения продукция может измеряться количественно, но она принципиально не «штучная». Выбор не овеществляется в момент приобретения этого товара, совершенно невозможен приемлемый потребительский контроль в момент получения или использования получаемой продукции. Единственным критерием, доступным потребителю, оказывается цена, а самым доступным способом снизить ее является экономия на решении общих, коллективных задач поддержания сети.

Можно сказать, что в сетях исчезает один из ключевых элементов «потребительского суверенитета», на которых держится товарный рынок. Если конкурентная модель не срабатывает, то максимальная эффективность системы достигается тогда, когда она будет объединена и поставлена на службу обществу.

Нет единого мнения, является ли тепловая энергия товаром, который можно купить или продать как объект права собственности, или все-таки это услуга. Вопрос о структуре договорных связей теплоснабжения не решен и в новой редакции Гражданского кодекса РФ, в недавно принятом (в 2010 г.) Федеральном законе «О теплоснабжении». На наш взгляд, именно эта институциональная неразрешенность является главной причиной несогласованных действий участников коммунальных взаимодействий, при этом ни новый Жилищный кодекс РФ, ни законодательство о развитии местного самоуправления и разграничение полномочий органов власти, не снимают эти противоречия.

Необходимо помнить, что кроме междисциплинарности технологических проблем и решений, гармонизация организационно-экономических, социально-психологических мер, связана с нестыковками информационных подходов и систем, противоречиями между соответствующим законодательством федерального уровня и территории.

К примеру, достаточно органичные и комплексные мероприятия, на наш взгляд, заложены в законодательстве ряда стран (в частности, в Закон о теплоснабжении Дании¹⁸), климатические условия которых также способствуют активному применению централизованных систем теплоснабжения и комбинированной выработки тепловой и электрической энергии.

¹⁸ Закон о теплоснабжении Дании / www.rosteplo.ru

Двойственность энергии как первичного ресурса приводит к тому, что так же юридически и экономически не определены ее потери, которые принято называть «резервом» или «потенциалом» энергосбережения. Попытка разделить «полный потенциал», «технический» и «экономически обоснованный» также противоречива и не дает нам полной картины энергоэффективности.

Таблица 1.1. Особенности энергии как «продукции» и договоров об энергоснабжении

Некоторые характерные черты договоров о теплоснабжении	Важнейшие особенности продукции отраслей жизнеобеспечения	Особые свойства тепловой энергии как товара
Необходимость иметь присоединенную к теплоснабжающей организации сеть	Невозможность выбора оптимального поставщика	Невозможность зрительно обнаружить тепловую энергию как вещь
Обязанность абонентов соблюдать предусмотренный договором режим потребления тепловой энергии	Потребительская ценность существенно зависит от температуры теплоносителя и качества абонентских установок потребителя	Невозможность накопить энергию на складе в значительном количестве для промышленного потребления
Обязанность обеспечивать безопасность эксплуатации сетей, исправность теплоприемников и приборов учета	Практическая невозможность оценки качества «продукции» потребителями	Ограниченность применения принципа владения, распоряжения по отношению к тепловой энергии как вещи
Определенная двойственность продукции услуга (отопление)/товар (горячее водоснабжение)	«Товар» не овеществляется в момент приобретения, Отсутствие отработанных нормативов потребления ресурсов	Практическое совпадение момента производства и потребления тепловой энергии как единого во времени процесса

Оценка резерва или потенциала энергосбережения в разных секторах экономики важна не только для технической оценки общей воз-

возможности утилизации этих потерь, но и для понимания того, каким образом, с какими затратами можно реализовать этот потенциал. Экономически можно оценить потенциал по рыночной стоимости высвобождаемых ресурсов в конечном потреблении, по затратам на добычу такого же количества ТЭР (которая будет различаться для разных территорий), по стоимости высвобождаемой мощности энергосистемы и др.

Таблица 1.2. Способы оценки стоимости «потенциала» (резерва) энергосбережения

Секторы РЭС	Стоимость ТЭР	Стоимость добычи высвобождаемых ТЭР	Стоимость создания соответствующих мощностей энергосистемы
Резервы энергосбережения в конечном потреблении	Оценка по рыночной стоимости тепла, электроэнергии в зоне анализа	Оценка затрат для добычи эквивалентного количества топлива	Оценка мощности, высвобождаемой для подключения новых потребителей
Сетевое хозяйство (электрические, тепловые сети)	-	-	Стоимость новых подключений к сети
Источники общего пользования (ТЭЦ, котельные)	-	-	Стоимость создания замещаемой мощности (с учетом собственных нужд)
Потенциал возобновляемых (местных) энергоресурсов	-	-	Стоимость новой мощности с учетом экологических эффектов

Можно с высокой степенью уверенности говорить о существовании методик и подходов оценки потенциала по валовой стоимости энергоресурсов. В какой-то степени начинают развиваться подходы

по стоимости добычи первичных ТЭР, а оценки по высвобождаемой мощности применяются крайне редко. Нет сомнения, что выбор методики существенно меняет экономическую привлекательность проектов по энергосбережению.

В первую очередь, выбор подхода зависит от ситуации в конкретной региональной системе теплоэнергоснабжения, но, тем не менее, важно иметь разработанные подходы для всех разнообразных случаев. К примеру, так называемые программы управления спросом как системной услугой помогают сохранить огромное количество энергии (и денег). Очевидная экономическая цель проведения таких программ – научиться извлекать как можно больше пользы из потребляемой энергии, вместо того, чтобы увеличивать потребление в разных секторах экономики.

Коммунальные предприятия, обеспечивающие электро- и газоснабжение, могут осуществлять управление спросом с помощью программ, способствующих к более осознанному отношению к расходу и потерям энергии и показывающих, как можно их сократить, а также финансовой поддержки использования энергоэффективных технологий, регулирование нагрузки на энергосистему (т.е. стимулирование потребления энергии в период снижения спроса) и других методов.

К примеру, в США такие программы получили наибольшее развитие в 1996 г., когда предприятиям электроснабжения удалось сэкономить на вводе 30 тыс. МВт дополнительных генерирующих мощностей. Выражаясь языком экономики, компаниям не пришлось вкладывать средства в проектирование и строительство нескольких крупных электростанций, что также положительно отразилось на кошельке налогоплательщиков (и экологической обстановке) и способствовало снижению потребления топлива и загрязнения атмосферы.

Однако столь многообещающие программы в итоге провалились: их эффективность начала снижаться к концу 1990-х гг., когда

государственное регулирование производства электроэнергии в США было ослаблено и компаниям стало выгодно производить электроэнергию как товар, а не как услугу. Этот опыт служит ярким примером того, как приоритеты государственной политики влияют на энергетический режим страны¹⁹.

На эту важную проблему можно взглянуть с еще одной точки зрения. Продукция общесистемного инфраструктурного предприятия – надежность снабжения определенным ресурсом или несколькими ресурсами. Представим, что региональная система энергоснабжения доставляет продукцию десяткам, сотням потребителей различного технологического и производственного характера. Самоокупаемость услуги энергообеспечения (в одной системе снабжения) приводит к завышению затрат по всем цепочкам энергообеспечения, независимо даже от энергоемкости дальнейших переделов.

Чем больше потребителей инфраструктурной продукции, тем больший вред в этом случае будет нанесен хозяйственному комплексу в целом. Если предприятия – технологические монополии – вынуждены работать в режиме самоокупаемости, то это приводит к необходимости создания резервов у всех распределенных потребителей, такой режим неоптимален для территориального хозяйства, и, в конечном счёте, наносит ощутимый вред экономике региона. Такая централизация резервов, осуществляемая инфраструктурами, уменьшает их необходимый оптимальный размер для каждого потребителя инфраструктурных услуг и функций²⁰.

В этом случае высвобождаемая в результате энергосбережения мощность увеличивает надежность системы, что тоже имеет опреде-

¹⁹ Т. Прю, Кр. Флавин, Дж. Сэви. Как изменить нефтяную экономику // Россия в окружающем мире: 2006. (Аналитический ежегодник). Под ред. Н.Н. Марфенина. – М.: МНЭПУ, Авант, 2007 – 320 с.

²⁰ Шевелев Я.В., Клименко А.В. Эффективная экономика ядерного топливно-энергетического комплекса. М., 1996.

ленные технико-экономические показатели. Чем больше система, или разветвлённой инфраструктура, тем больше будет эффект нарастания издержек при самокупаемости технологической монополии. Работая в оптимальном для регионального хозяйства режиме некупаемости, они поддерживают тем самым и высокий уровень спроса на свою продукцию у потребителей. В этом случае потребители наработывают высокую прибыль – такую, которую при других режимах работы технологических монополий не получить. Поэтому инфраструктурные предприятия в большинстве случаев не могут быть самокупаемыми, оптимальные цены их продукции ниже окупаемости (нужно учесть еще и оптимальные радиусы ее доставки).

В условиях необходимости оценки и управления эффективностью (экономичностью и надежностью) всего жизненного цикла систем жизнеобеспечения уместно использовать более интегральные и современные методики оценки эффективности (и потенциалов ее повышения). Встраивание приоритетных факторов надежности и экологической безопасности в экономический анализ существенно повышает инвестиционную привлекательность ряда проектов, переводит их из разряда некупаемых в первоочередные.

Более того, принципиально важным является применение такого анализа еще на стадии проектирования будущих систем теплоэнергоснабжения²¹, поскольку это позволяет выбрать предпочтительный вариант, повышенная надежность которого гарантирует меньшую аварийность и повышенную экономичность на всех стадиях жизненного цикла.

Нет сомнения в том, что именно нерасчетные и критические режимы энергообъектов являются причиной повышенной аварийности, предпосылками кризисных событий и катастроф. Аварии на самых

²¹ Бояркин С., Щедровицкий П. Менеджмент четвертого поколения // Эксперт. 2011. № 13.

совершенных технических объектах в разных странах (включая ситуацию на японской АЭС «Фукусима-1») доказывают: старение объектов техносферы – естественный и неизбежный процесс, и это главный вызов цивилизации на ближайшие несколько десятков лет. Главный вопрос даже не в том, какую стратегию выбрать: ликвидацию и минимизацию аварий или включиться в процесс развития и старением инфраструктур? Ответ в принципе ясен. Вопрос заключается в том, какими технологическими средствами, ресурсами и кадрами необходимо располагать для успешной реализации второй стратегии.

Успешная стратегия управления жизненным циклом РЭС должна включать в себя общий подход, увязывающий надежность и экономичность технических систем, создание инфраструктур и энергоисточников нового поколения, современные информационно-медийные средства, методики и модели подготовки кадров для решения отмеченных задач.

1.4. Выводы. Постановка цели и задач

Проведенный обзор показал взаимоувязку проблем эффективного развития городских и региональных энерготехнологических систем, определенную эволюцию отраслевых и территориальных подходов, необходимую системность инструментария оценки эффективности систем различного уровня сложности. Региональные энерготехнологические системы и комплексы в основном сформировались в условиях активной индустриализации, промышленного освоения территорий страны, при этом именно промышленный «акцент» определял энергоемкость продукции, набор и профиль энергетических агрегатов, развитость промышленной или коммунальной инфраструктуры. Именно поэтому важно понять особенности роста и становления энер-

готехнологических инфраструктур в увязке с ростом и развитием городов (промузлов) в разных макрорегионах страны, важнейшие ключевые фазы их жизненного цикла.

Один из возможных подходов к исследованию сложных систем – это переход от детальных моделей к упрощенному феноменологическому, макроскопическому, агрегатированному описанию (как поступают в термодинамике или макроэкономике). Такой подход не всегда позволяет получить точные количественные оценки, но гарантирует надежность качественных выводов.

Реализация этого подхода требует создания и апробации методик типологизации агрегатированных целостностей территориальных систем теплоэнергоснабжения, идентификации их границ (поселок, город, промузел), позволяющие выделить ключевые системные особенности РЭТС. Для их построения необходим анализ особенностей развития, технической эволюции систем теплоэнергоснабжения городских поселений на всех стадиях их жизненного цикла, в том числе взаимообусловленности с развитием городов (промузлов), особенностей их размещения на территории страны.

Переход от чисто технического взгляда к более сложным системным аспектам, кроме того, заставляет проанализировать организационно-правовые (институциональные) особенности функционирования систем теплоэнергоснабжения в новых экономических условиях. Это подразумевает комплексный анализ условий функционирования РЭТС, совокупности факторов изменений в последнее время, их влияния на параметры, состав, состояние систем, надежность и эффективность работы. Тем более актуально системное рассмотрение энергетической эффективности промышленно-жилых агломераций (ПЖА), причем в качестве объекта необходимо предусматривать целостные территориальные комплексы и промузлы, включающие различных по-

требителей тепловой энергии, источники и системы транспорта и распределения энергоносителей.

Соответственно, объектом энергетического анализа служат не отдельные тепловые агрегаты или тепловые сети, а непосредственно замкнутые территориальные (отраслевые) энерготехнологические системы, а конкретным средством реализации выявленных масштабных энергосберегающих эффектов будет являться совокупность взаимоувязанных технологических, организационно-экономических, информационных и правовых мероприятий повышения энергоэффективности.

Объект исследования – сложившиеся энерготехнологические системы городов и регионов, сформированные на базе централизованных систем с крупными источниками теплоты и электроэнергии, и являющиеся, по сути, сложными иерархическими системами.

Предмет исследования – отношения и взаимосвязи, возникающие при развитии РЭС и эволюции городов разного размера и климатических зон, с точки зрения управления жизненным циклом технических систем в увязке проблем безопасности и экономичности.

Для анализа можно использовать типовые и типологические модели. Типовые модели лежат в основе научных парадигм, и практическое представление типовой модели состоит в выявлении ключевых факторов, определяющих эффективность функционирования объекта.

Современная трактовка типологии связана с пониманием типа как особого методологического средства, с помощью которого строится теоретическая картина действительности. При этом понятие типа выступает не как непосредственное взятое из реальности, а как результат сложной работы научного мышления, которое теоретически реконструирует наиболее существенные характеристики исследуемого множества объектов и отношения между ними, и объединяет их в понятие типа. В этом случае тип выступает в качестве особого иде-

ального объекта, а не прямого заместителя эмпирически данного множества объектов. Истолкование типологии как методологического средства имеет три важных для решения практических задач следствия.

Во-первых, это способствует отказу от трактовки типа как полного и однозначного отображения системы: множеству конкретных типологических процедур фиксации отношений между элементами системы соответствует и множество различных типологий для данной системы. Поэтому построение типологии предполагает использование совокупности типологических понятий и их обоснование. Такой подход открывает путь к построению абстрактных многомерных типологий, в которых тип понимается как сложная конструкция, размещенная в многоуровневом таксономическом пространстве.

Во-вторых, это позволяет связать типологию с переходом от классификационных понятий к измерительным. Следовательно, если использовать разработанные для данного типа систем определенные принципы их организации и функционирования, то это повлияет на результаты деятельности конкретных энерготехнологических систем.

И, в-третьих, это допускает рассмотрение множества объектов определенного типа в качестве эквивалентных (изоморфных) классов. В рамках множества объектов определенного типа может быть выделен некоторый определенный объект, который по ряду причин рассматривается в качестве представителя всего множества объектов. Поэтому возможно исследование проблем развития РЭС и на примере конкретного объекта – энерготехнологических систем определенных городов и регионов.

Соответственно, в теории энергетических систем может применяться как эмпирическая типология, основанная на количественной обработке и обобщении опытных данных (табл. 1.3), так и теоретическая, которая предполагает построение идеальной модели объекта как

системы, с выделением совокупности системообразующих связей, представлением его структурных уровней, фиксацией принципов таксономического описания множества изучаемых объектов.

Актуальность исследования вопросов типологии энергетических систем обусловлена не только структурными преобразованиями в отрасли и административными реформами в управлении народным хозяйством. Типология помогает глубже понять объект исследования, уточнить выполняемые им функции во всем многообразии его связей, обозначить основные средства, обеспечивающие достижение поставленных целей развития.

Типологические модели возможны только в случае системного подхода к объекту как к целостности (системы централизованного теплоснабжения (СЦТ) или теплофикационной системы). Типовые модели (рассматривая все города как набор «условных городов» с фиксированным населением в 100 тыс. чел.)²² не учитывают значительное число влияющих факторов. В подавляющем большинстве случаев такой объект (стотысячный город) не является системой в полном смысле с точки зрения СЦТ (не говоря уже о теплофикации), его суммарную тепловую нагрузку в 200-250 Гкал/ч с успехом могут покрывать десятки котельных.

Преобразование «кустовых» систем теплоснабжения в единую централизованную сеть происходит в основном при достижении тепловых нагрузок значений в 200-300 Гкал/ч, т.е. как раз при численности городских поселение в 90-120 тыс. чел. (в климатических условиях средней полосы). Непосредственно теплофикационные системы (т.е. появление ТЭЦ) сооружались, как правило, уже практически при достижении городом численности населения 250-300 тыс. чел.

²² Волкова Е.А., Макарова А.С., Хоршев А.А. Эффективность и перспективы развития теплофикации в современных экономических условиях / Открытый семинар «Экономические проблемы энергетического комплекса». Сто восьмое заседание от 24 февраля 2010 г. – М.: УРАН Институт народнохозяйственного прогнозирования. 2010 г.

Таблица 1.3. Состав и параметры теплоэнергетического хозяйства городов разного размера

Тип городов (жителей)	Число городов	Общая численность населения, млн чел	Доля в общем числе городов %	Расчетная тепловая нагрузка, Гкал/ч	Годовой расход тепла, тыс. Гкал	Зданий в городе	Источники ТЭР	L сетей, км
До 100 тыс. чел.	948	~40	85	40-120	100-350	100-300	5-10 котельных	25-50
100-300 тыс. чел.	106	~17,5	9,0	200-650	500-1500	500-1500	1 ТЭЦ, до 100 котельных	70-170
300-750 тыс. чел	48	~20	4,3	700-2000	2000-4000	2000-4000	1-3 ТЭЦ, пром. ТЭЦ, 100-250 котельных	180-350
900-1400 тыс. чел	14	~15,5	1,2	3000-4000	5000-7000	5000-7000	2-4 ТЭЦ, 2-3 пром. ТЭЦ, 300-500 котельных	350-700
Мегалополисы	2	~15,5	0,2	20000-35000	50000-100000	20000-50000	10-15 ТЭЦ, 5-9 пром. ТЭЦ, тысячи котельных	3000-5000

Кроме того, важнейшим преимуществом территориальной кооперации и агломерации являлись территориально-производственные комплексы, и, соответственно, развитая промышленная теплофикация на базе теплового потребления пара среднего и высокого потенциала. С этими преимуществами также было связано сооружение и эксплуатация значительного количества промышленных ТЭЦ, обеспечивающих как промышленную, так и коммунальную нагрузку. Хотя промышленные нагрузки существенно уменьшились, тем не менее, их нельзя сбрасывать с рассмотрения.

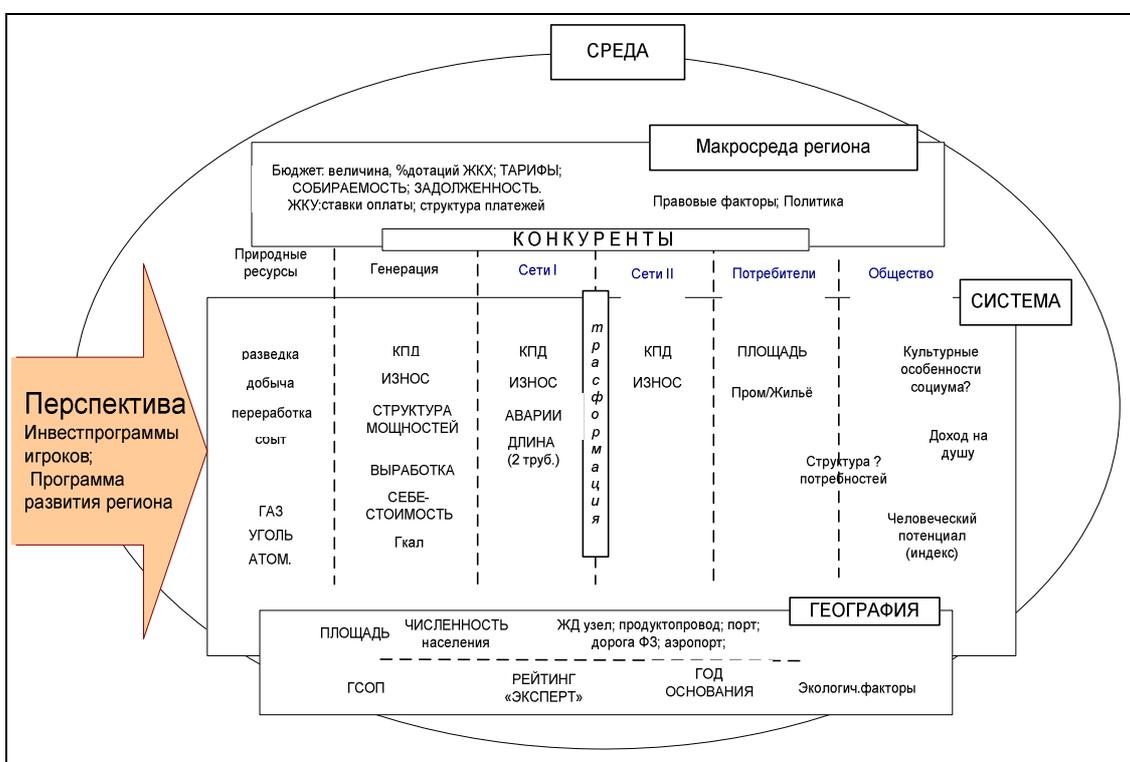


Рис. 1.1. Энерготехнологическая система региона (промузла) как объект исследования

Определен объект исследования – распределенные энерготехнологические системы (РЭТС) городов и регионов во взаимосвязи источников, сетей, промышленных и коммунальных потребителей. Предмет исследования – отношения и взаимосвязи, возникающие при развитии РЭТС и эволюции городов разного размера и климатических зон, с точки зрения сбалансированного развития территории.

Цель работы: разработка научных основ методологии комплексного территориального подхода и на его базе алгоритмов отбора сценариев совершенствования и повышения эффективности энерготехнологических систем регионов (РЭТС) на всех стадиях жизненного цикла.

Для этого были поставлены следующие задачи:

- определение границ объектов – замкнутых энерготехнологических систем регионов (промышленно-жилых агломераций) – и динамики их развития;
- анализ особенностей взаиморазвития энерготехнологических систем в сопоставлении с общим ростом городов и регионов;
- количественный анализ совокупности качественных изменений условий функционирования региональных энерготехнологических систем и выявление причин их системной неэффективности;
- системный анализ организационно-правовых (институциональных) проблем энергоэффективности на стыке технических и социальных сегментов;
- формирование комплексного территориального подхода к повышению эффективности энерготехнологических систем и комплексов;
- выявление набора критических (оптимальных) сценариев повышения эффективности энерготехнологических систем с учетом взаимовлияния экономических, правовых, технологических мер и мероприятий.

2. ОСОБЕННОСТИ ДИНАМИКИ И ПРОСТРАНСТВЕННОГО РАЗВИТИЯ РЕГИОНАЛЬНЫХ ЭНЕРГОТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СИСТЕМ

2.1. Энергопроизводственные циклы как системообразующая идеология создания и развития промузлов и территориально-производственных комплексов

Пространственное формирование крупных энергоёмких территориальных промышленных комплексов во второй половине XX века в СССР происходило в значительной степени согласно основным принципам теории энергопроизводственных циклов Н. Колосовского и методологии Н. Баранского²³, в которой увязывались ресурсные, энергетические, материальные потоки в рамках так называемых территориально-производственных комплексов (ТПК).

Можно кратко обозначить базовые принципы этой методологии:

- географическая группировка производств с целью совместного использования ресурсов (сырья, ТЭР и др.);
- поточное расположение предприятий в этих группах (с целью рационализации движения сырьевых потоков, топлива, отходов);
- технологическое комбинирование производственных процессов;
- экономическое сочетание производств по линии взаимного дополнения;
- организация общих транспортных, складских, энергоснабжающих и других структур;
- создание общих для промышленного комплекса объектов производственных нужд (в том числе городов).

²³ Баранский Н.Н. Избранные труды. Становление советской экономической географии. М.: Мысль, 1980.

Н. Колосовский разработал методологические основы экономического районирования, обосновал сетку экономических районов, осуществил их типологию, создал оригинальную и плодотворную концепцию энергопроизводственных циклов (ЭПЦ).

Согласно ней взаимодействие общества и природы осуществляется по нескольким направлениям: путём изъятия из природы необходимых для жизни общества компонентов; путём использования территории и акватории как субстанции развития всех форм пространственной организации общества; через физическое, биологическое, эстетическое, психологическое воздействие природной среды на человека; через мелиорацию земель; путём включения в природу технических устройств и систем; путём «сбрасывания» в окружающую среду отходов производственной деятельности человека, производственной инфраструктуры.

В результате такого взаимодействия формируется целостная, иерархически организованная структурно-функциональная система, при этом определяющей является роль территориальных общностей людей. Развитие общества требует формирования специальных круговоротов веществ и энергии, протекающих в целостных общественно-природных системах (геосистемах).

Помимо них функционируют частные самостоятельные общественные и природные круговороты, при этом согласование параметров, ритмов и режимов их действия требует специальных проработок. Именно в рамках таких потребностей и были разработаны различные концепции циклов: ресурсных, географических, энергопроизводственных, географических, ресурсных энергосубстанционных. Все цикловые концепции имеют в своей основе конструкцию энергопроизводственных циклов обращения.

Под категорией ЭПЦ Н. Колосовский²⁴ понимал типическую, устойчиво существующую совокупность производственных процессов, возникающих взаимообусловленно (соподчинённо) вокруг основного процесса для данного вида энергии и сырья. Понятие «энерго-производственный цикл» включает не только устойчивую совокупность производственных процессов, но и лежащие в их основе сочетания природных ресурсов – естественную базу производства. Это приводит к жёсткости взаимосвязей конкретных циклов с определенными видами сырья и энергии.

Все ЭПЦ формируются на основе поточности и стадийности превращения и перемещения природных предметов труда и возврата отходов и трансформированной (использованной) продукции вновь в природную среду (табл. 2.1). ЭПЦ подразумевались как преимущественно логические категории, осуществлявшиеся в действительности с большими индивидуальными отклонениями.

В самом общем виде систему ЭПЦ разделяют на три категории: абстрактные, генерализованные и реальные. Первая категория – логическая модель возможностей развития и организации производственных процессов, вторая – обобщённая модель всех конкретных циклов данного типа, третья – организованные (или организуемые) управляемые производственные процессы. Циклы в каждом районе могут быть полными (законченными) и неполными (усеченными). На деле происходит постоянно углубляющаяся и усложняющаяся структура реальных циклов за счёт внедрения прогрессивных производственных и технологических процессов как в стержневые цепочки циклов, так и в их ветви, особенно при утилизации отходов.

²⁴ Колосовский Н.Н. Теория экономического районирования. М.: Мысль, 1969.

Таблица 2.1. Перечень и основные характеристики ЭЩ

Наименование ЭЩ	Содержание основных процессов и технологий	Регионы
Пирометаллургический цикл черных металлов	Добыча и обогащение углей и железных руд, процессы коксования, доменный процесс, переделы получения стали, горячий, холодный прокат, коксохимия, углехимия	Урал, Черноземье
Пирометаллургический цикл цветных металлов	Добыча и обогащение цветных металлов, добыча углей, селекция руд, рафинад, получение редких и рассеянных спутников цветных металлов, сера, серная кислота, металлообработка цветных металлов и сплавов	Урал, Север
Нефтеэнергохимический	Перегонка, крекинг, гидрогенизация нефтей и мазутов, синтез каучуков, спиртов, органических кислот, пластмасс, искусственного волокна. Переработка солей фосфорного сырья на удобрения	Южный регион, Поволжье, Сибирь
Гидроэнергетический	Получение гидроэнергии для использования в промышленных целях, процессы электрометаллургии и электрохимии	Сибирь, Поволжье
Совокупность циклов перерабатывающей индустрии	Энергомеханическая, энерготермическая переработка минерального сырья и полуфабрикатов (стройматериалы)	Центр, Поволжье, Северо-Запад, Урал, Сибирь
Лесозенергетический	Лесозаготовка и совокупность перерабатывающих древесину производств, целлюлозно-бумажные производства	Сибирь, Дальний Восток
Индустриально-аграрный	Совокупность сельскохозяйственных производств, переработка сельхозпродукции, внегородская индустрия	Центр, Южный регион, Урал, Сибирь, Дальний Восток
Гидромелиоративный	Гидроэнергетика, агрокомплекс, перерабатывающая индустрия	Южный регион

Формируемые на основе ЭПЦ территориально-производственные комплексы по своей сущности направлены на комплексное использование природных ресурсов, так как совокупность их производственных процессов требует сочетания нескольких видов сырья и топлива. При этом строение ЭПЦ сложно и разнообразно: имеет раскидистую «крону», боковые ветви которой взаимодействуют со смежными циклами. Возможность такого срастания элементов различных ЭПЦ значительно расширяет возможности и параметры комплексного использования сырья и утилизации отходов.

Каждой стадии освоения территории соответствуют свои энергопроизводственные особенности и формы развития инфраструктур энергообеспечения. Базовые идеи ЭПЦ, воплощённые в плане ГОЭЛРО, продолжали жить достаточно длительное время. Это районный (территориальный) разрез плана, магистрализация транспортной сети, разработка материальных балансов народного хозяйства не только по стране в целом, но и по экономическим районам. Единый топливно-энергетический баланс регионов и страны в целом имел важнейшее значение, как взаимная комплексная увязка производства и использования в народном хозяйстве топлива и энергии всех видов. Такие балансы позволяют обеспечить предпосылки наиболее рационального и эффективного использования энергоресурсов, целесообразные пути замены одних энергоносителей другими.

В плане ГОЭЛРО основное внимание сначала было обращено на строительство районных электростанций, позднее речь шла уже о создании энергосистем, объединяющих отдельные электростанции. Создание таких систем позволило усилить маневренность и повысить надёжность электроснабжения, снизить резервы электрических мощностей по сравнению с изолированно работающими электростанциями. Совместная работа электростанций позволяет экономичнее использовать разные их типы, сочетать централизованное и местное электро-

снабжение, организационно объединять «большую» и «малую» энергетику.

Вместе с тем некоторые отрицательные стороны моноотраслевой структуры советской крупной индустрии стали сказываться уже в к концу 1930-х гг. (неправильное географическое расположение производства; разрывы комплексности между сырьевыми базами, энергетикой, производством; нерациональная политика в области заводов – гигантомания; перекосы номенклатуры изделий – заводы-уникумы; неправильности зонирования сбыта – излишне дальние, встречные, повторные перевозки; пренебрежение к развитию местных ресурсов для местного потребления и др.).

Необходимость совершенствования территориального экономического развития стала особенно ощутимой после Великой Отечественной войны. К этому времени относятся работы Н. Колосовского по теории экономического районирования, в которых был предложен проект, учитывающий новые задачи восстановления и развития страны. В его методологическую основу легло Госплановское определение экономического района, по которому он представляет собой территориально-производственный комплекс, обеспечивающий наиболее полное и рациональное использование природных и трудовых ресурсов территории.

Таких районов было определено 19, были разработаны генеральные схемы развития и размещения производительных сил отраслей и экономических районов. Основное внимание было направлено на обоснование территориальных звеньев – взаимосвязанных сочетаний предприятий и производств различных отраслей, обеспечивающих рациональные внутрирайонные и межрайонные связи. При этом усиливаются количественные характеристики типологических особенностей районных производственных комплексов, анализируются различные способы определения народно-хозяйственной эффективно-

сти. Становится всё более актуальной задача моделирования территориально-производственных комплексов, такое моделирование начинает играть все большую роль в системе территориального планирования.

Важнейшими конкретными задачами в то время служили:

- задачи выбора районов и точек размещения крупнейших предприятий с многообразными запросами к сырью, энергии и характеру экономического окружения;
- задачи хозяйственно-территориальной и производственно-энергетической структуры локальных и районных производственных комплексов промышленности и создания новых городов, возникающих в процессе строительства по всей стране;
- задачи зонирования сбыта продукции и маневрирования государственными резервами вновь образовавшихся крупных отраслевых хозяйственных объединений по всем видам производства;
- разработка общих основ экономического комплексирования и комбинирования предприятий и процессов;
- критический анализ общих основ экономического районирования с учетом нового опыта, пересмотр старой сетки районов под углом зрения новых открытий природных ресурсов и запросов по развитию производительных сил.

Во многом именно энергетический принцип служил базовой основой выбора оптимальных решений развития территориальных комплексов и агломераций. В широком понимании энергетика не есть отрасль хозяйства, подобная металлургии, химии, сельскому хозяйству: энергетический баланс производства и потребления энергии в каждом районе отражает одновременно и всю сущность энергетико-производственных связей района.

Можно утверждать, что всякий современный производственный процесс «энергетичен», но не всякий металлургичен или химичен –

каждый современный производственный процесс требует сырья, энергии, водоснабжения, транспортирования материалов, расходов рабочей силы. Каждый производственный процесс, производимый по рознь, имеет большие неизбежные процессы во всех элементах: обычно используется полезно лишь незначительная часть, максимум 30-50%, а иногда меньше 1% исходного сырья или запасов энергии в современных агрегатах. Между тем в рамках теории ЭПЦ нет понятий «отхода» или «отброса» производства: существуют лишь вещества или энергия, использование которых ещё не организовано технически.

В силу своей прямой связи с трудовыми процессами, следовательно, с населением, а также с определёнными границами территории, обусловленной современной техникой передачи энергии на расстояние, а также техникой управления сложными энергосистемами, энергетика в такой огромной стране как СССР, должна быть локализована в виде производственно-энергетически-территориальных комплексов с радиусами порядка 200-300 км. Производство в этих границах может быть организовано как единое, общественное, на едином организационном и техническом стержне энергетики. Эти положения послужили отправной точкой для разработки плана разделения страны на особые энергетические (энергопроизводственные) экономические районы.

Практика показала, что наиболее рациональным является комплексное использование природных ресурсов, что наиболее выгодно со всех позиций: для человека, экономики и природы. Поэтому территориальная комплексность – взаимодействие, сначала организационное, потом технологическое – создает все условия для общественной организации использования всех видов природного сырья, комплексно содержащего разные полезные вещества, энергетических ресурсов

(комплексных по природе), трудовых ресурсов, транспорта, инженерных сооружений.

Кроме того, как неоднократно отмечали многие исследователи, размещение промышленных ТПК и, соответственно, создание городских поселений, отвечало сразу нескольким задачам: разделения труда в рамках единого государства; ускоренной модернизации промышленности и росту оборонного потенциала страны, развитию производственной инфраструктуры.

Можно выразиться и так: кооперация разнородных производств во взаимодополняющие комбинаты позволяла снижать, выражаясь языком логистики, транзакционные затраты на транспорт материальных, сырьевых потоков, доставку топлива, именно те затраты, которые в условиях сурового климата и громадной территории страны, невозможно избежать при создании современных (для того времени) промышленных производств.

В рамках общей концепции ЭПЦ Н. Колосовским предложены соответствующие этапы (стадии) хозяйственного развития территории:

- первичное освоение резервных территорий экстенсивными видами хозяйствования (охота, промыслы);
- пионерное освоение, т.е. выборочное использование природных ресурсов;
- очаговое освоение в форме отдельных ареалов, промышленных центров и пунктов;
- формирование отраслевых узлов с общесоюзной специализацией хозяйства;
- комплексное развитие хозяйства со сложной структурой производства.

Таким образом, эволюционное развитие промузлов в соответствии с теорией ЭПЦ (табл. 2.1) было обусловлено наличием тех или

иных местных ресурсов, совокупностью местных территориально-географических условий, плотностью населения, энергетическими и иными потребностями региона. Можно сказать, что такое сбалансированное развитие промкомплекса приводило к выравниванию социально-экономических условий между регионами²⁵, способствуя развитию производительных сил в масштабах страны.

Безусловно, для оптимального развития пространственных систем производства в промузлах (табл. 2.2), как отмечает П.Я. Бакланов, необходимо наличие резервных мощностей как элементов потенциальных структур.

Таблица 2.2. Распределение промузлов по размеру²⁶

Стадии	Число промузлов	Доля, %	Средняя численность, тыс. чел.
I	107	71,3	0,6
II	15	10	2,5
III	14	9,5	5
IV	11	7,3	20
V	3	2	75
Итого	150	100	

Проблема рационализации энергопромышленной структуры региональных промузлов возникла как первый шаг на пути перехода к построению безотходных производств в рамках промкомплексов и систем. Нельзя сказать, что такая постановка задачи является принципиально новой, однако нынешние условия резко актуализируют подобную проблематику. Техногенный риск в промузлах и комплексах возрастает в связи с избыточными энергопотоками, большим количеством сбросного тепла, возможными синергетическими эффектами в энергоструктурах промузлов и экосистемах.

²⁵ Бабурин В.Л. Эволюция российских пространств. М., 2002.

²⁶ Бакланов П.Я. Пространственные системы производства.- Наука, 1986 г.

Прежние инфраструктуры, на которых выстраивалась индустриальная экономика, для нормального функционирования постиндустриальной экономики должны быть дополнены. Повышенная энергонасыщенность в целом положительно влияет как на технологический потенциал региона, так и на показатели его устойчивости. Производство большего объема продукции при равном энергопотреблении, применении более концентрированных потоков энергии, является ключевым принципом прогресса технических систем. Вместе с этим регионы с высокой энергонасыщенностью располагают развитой энергетической инфраструктурой, которая при изменении ситуации может быть переориентирована на новые производства, поскольку переналадить систему энергоснабжения – совсем не то же, что ее создать. Развитые энергетические инфраструктуры в любом случае являются предпосылкой более полного использования потенциала энергоносителей.

2.2. Особенности динамики и пространственного развития региональных энерготехнологических систем: взаимообусловленность промышленной и коммунальной теплофикации

Рост и развитие систем теплоснабжения (и теплофикации) городов происходил в СССР по своему достаточно самобытному пути, как составная часть общего плана электрификации страны. Наряду с существенным ростом единичной мощности ТЭЦ, росли магистральные и «вторичные» распределительные сети, к старым сетям подключались новые потребители пара, горячей воды. Интенсивный рост жилищного строительства в стране требовал адекватного создания производственной инфраструктуры коммунального комплекса – систем тепло-, водоснабжения и водоотведения.

Индустриализация новых регионов и территорий, масштабное строительство жилья, развитие централизованного теплоснабжения привело к существенному росту тепловых нагрузок как в промышленности, так и в коммунальном комплексе (табл. 2.3). Поскольку именно рост промышленности был важнейшим фактором урбанизации в СССР, то промышленные ТЭЦ и СТЭС стали в первую очередь неотъемлемой составляющей систем жизнеобеспечения промузлов и городов.

Таблица 2.3. Динамика потребления топлива на теплоснабжение в СССР

Расход топлива, млн т у.т.	1965	1970	1975	1980
Промышленность	131	192,3	257	384
ЖКХ	88,6	111	138	157
Города всего	219,6	303,3	395	481
с/х производство	15,8	25	31	40
ЖКХ на селе	43,9	85,3	90	90
Всего по сельскому хозяйству	89,7	110,3	121	130
Всего по СССР	309,3	413,6	516	611

Основным фактором, способствовавшим развитию теплофикации промышленности, являлось создание крупных предприятий и комплексных узлов энергоемких отраслей промышленности. Сооружаемые на этой основе промышленные ТЭЦ во многих случаях осуществляли теплоснабжение целых групп предприятий, расположенных в пределах рациональной дальности транспорта тепловой энергии, и одновременно являлись базой для теплофикации жилого фонда соответствующих городов. Эта диспропорция между промышленным и коммунальным теплопотреблением хорошо видна на рис. 2.1.

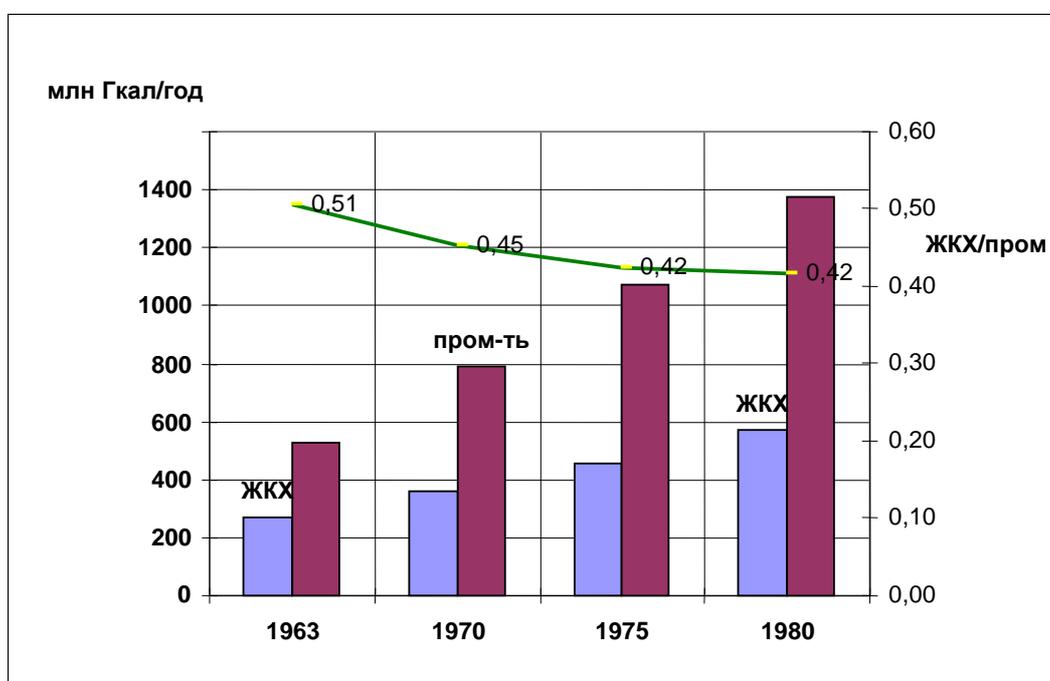


Рис. 2.1. Динамика потребления тепловой энергии в промышленности и ЖКХ

Поскольку система теплоэнергоснабжения была в основном рассчитана на промышленное потребление (в разных регионах от 60 до 80%), то собственно коммунальные нужды в первое время обеспечивались промышленно-отопительными котельными и ТЭЦ.

млн Гкал/год

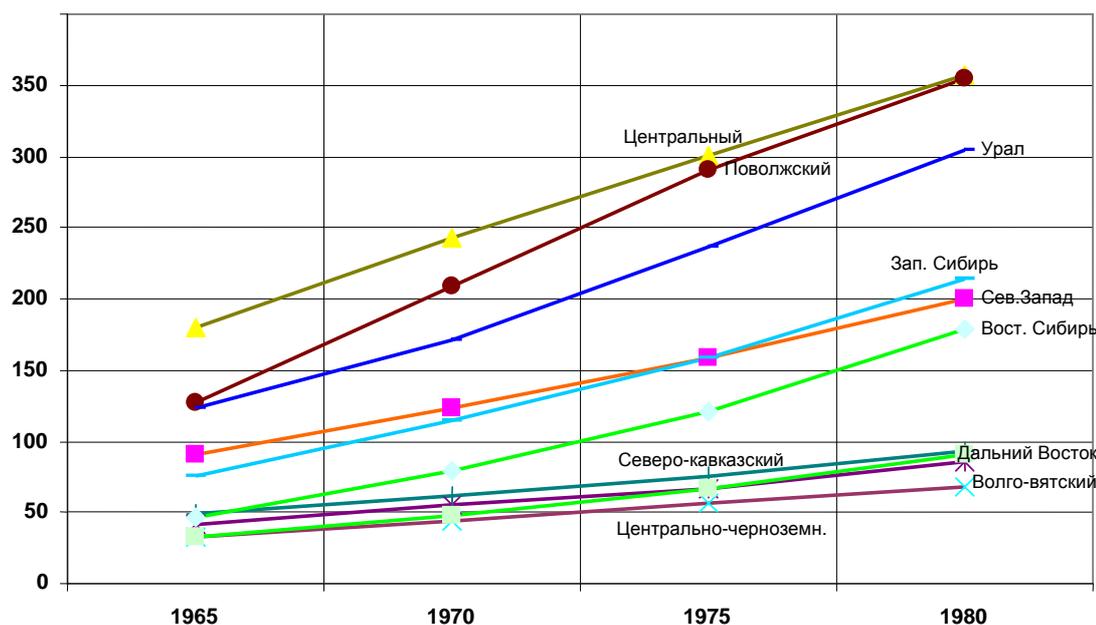
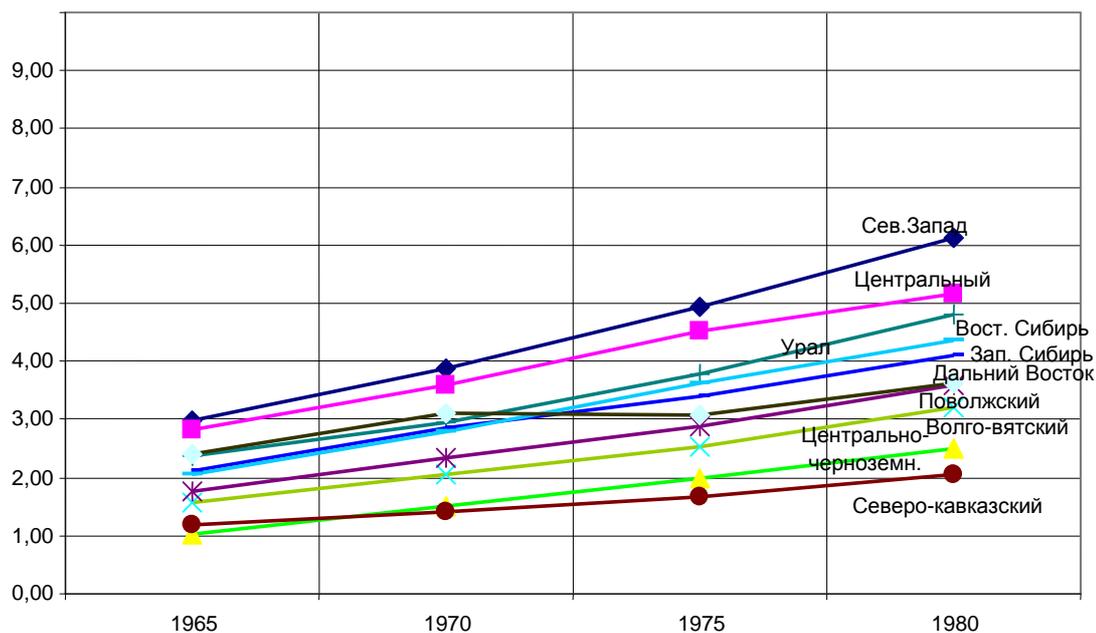


Рис. 2.2. Динамика теплотребления по макрорегионам РФ

Как видно из рис. 2.2-2.3, потребление тепловой энергии промышленностью и ЖКХ существенно отличалось по разным регионам страны. Около 50% промышленного теплотребления приходится на базовые регионы интенсивной индустриализации: Центр, Поволжье, Урал, Донецко-Приднепровский экономический район. Нагрузки по отраслям растут также неравномерно: химия, машиностроение – более чем в 2 раза; пищевая – в 1,5 раза (в среднем – 1,8).

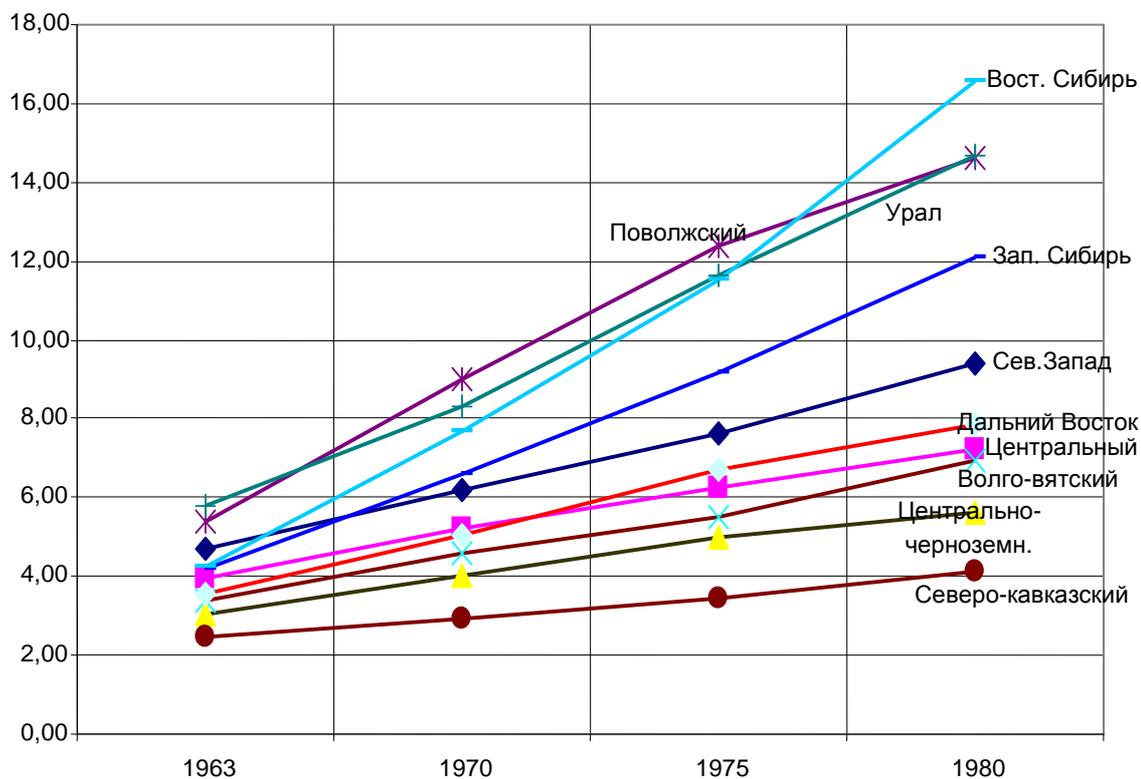
При этом теплофикация как способ теплоснабжения в городах получила наибольшее распространение в области промышленного теплотребления: теплофикация в промышленности в среднем составила 51%, в ЖКХ – 26% (табл. 2.4). Уровень теплофикации промышленности и доля коммунального теплотребления в разных экономических районах существенно различается.

Гкал/чел.*год



а)

Гкал/чел.*год



б)

Рис. 2.3. Динамика теплотребления по регионам:
а – теплотребление коммунальным хозяйством;
б – теплотребление промышленностью

Таблица 2.4. Сравнение параметров промышленной и коммунальной теплофикации по регионам

Районы	Доля теплопотребления ЖКХ, %	Покрытие от ТЭЦ нагрузки ЖКХ, %		Покрытие от ТЭЦ промнагрузки, %	
	1980	1970	1980	1970	1980
Сев.Запад	39	41	63	48	56
Центральный	42	37,8	50,6	36,5	43,7
Центрально-черноземн.	28,5	29	42,7	58	55,6
Волго-вятский	31	25	37	54	56,7
Поволжский	19	28	40,7	76,5	69,8
Северо-кавказский	33	8	12,9	53,2	52,5
Урал	24	29	37,6	52	57
Зап. Сибирь	25	37	46	51	51,5
Вост. Сибирь	20,8	28	50	58	52
Дальний Восток	31	16	42,3	31	41,6

Крупные промузлы и предприятия, в том числе имеющие промышленные ТЭЦ, обладали существенными количествами тепловых вторичных энергоресурсов (ВЭР), способными покрыть отопительную нагрузку прилегающих поселков. Вместе с тем необходимо отметить, что недостаточное развитие энергетических систем в отдельных районах в период их промышленного формирования явилось одной из основных причин сооружения многочисленных промышленных ТЭЦ малой мощности.

Этому способствовал и ведомственный подход к теплоснабжению различных отраслей промышленности. Соответственно, теплофикация в жилищно-коммунальном хозяйстве была развита значительно слабее. Чисто отопительные ТЭЦ сооружались уже в создаваемых крупных городах с высокой концентрацией тепловой нагрузки. Сооружение городских ТЭЦ для отопления и сопутствующих теплосетей шло с определенным отставанием: доля покрытия коммунальной нагрузки от ТЭЦ за 1970-1980 гг. выросла с 26 до 42%.

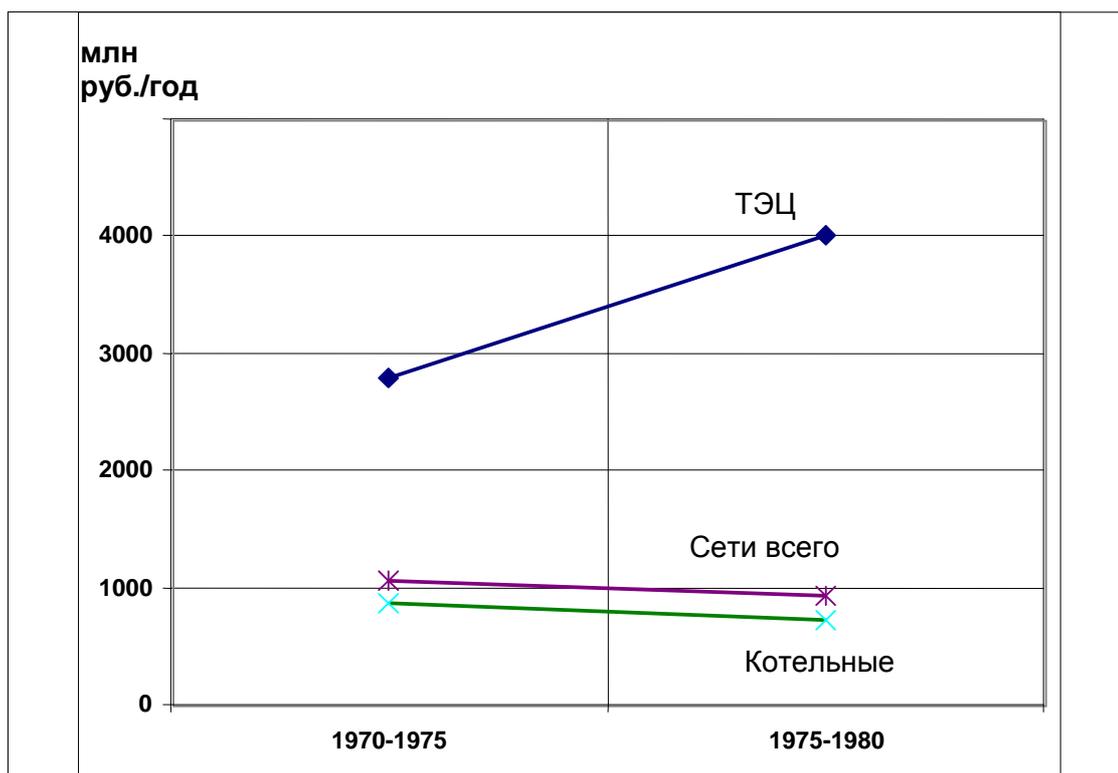


Рис. 2.4. Динамика капвложений в комплекс теплоснабжения

Неравномерность развития разных элементов систем теплоснабжения сохраняется и в дальнейшем: как видно из рис. 2.4, динамика капвложений по ТЭЦ демонстрирует рост на 44-54%, в котельные – снижение на 17%, в сети – 12-13%.

Из всего количества городов в СССР (752) только в 377 в той или иной степени была развита теплофикация жилого фонда. Всего в 5,5% городов теплофикацией охвачено большинство жилья – это в основном города, создаваемые на базе крупных промкомплексов. Еще 145 городов (38,5%) имеют достаточно развитую теплофикацию жилого фонда – от 30 до 70% (табл. 2.5). В остальных городах эта доля в среднем составляет менее 20%. Если вычлнить из территории СССР регионы современной РФ – это соответственно 396 и 222 города (табл. 2.6).

Таблица 2.5. Число городов с теплофикацией жилого фонда

Число городов	Теплофикации благоустроенного фонда, %	% от общего числа городов
21	~ 100	5,5
145	30-100	38,5
211	менее 20	56

Таблица 2.6. Особенности теплофикации городов на территории РФ

Районы	Всего городов	Имеющих ТЭЦ	С теплофикацией жилья	Населения в благоустр. жил. фонде	Населения в теплофицир. жил. фонде	% от населения района
Сев.Запад	346	50	32	5784	3040	24,92
Центральн.	573	54	40	11682	6830	24,75
Центрально-черноземн.	109	56	12	1716	420	5,25
Волго-вятский	207	19	15	2640	1172	14,12
Поволжский	290	38	27	7134	2200	11,96
Северо-кавказский	191	41	16	2615	417	2,92
Урал	338	49	35	6667	2750	18,09
Зап. Сибирь	204	18	12	4183	1765	14,59
Вост. Сибирь	228	37	18	2561	1055	14,07
Дальний Восток	325	34	15	1694	421	7,26
РФ	2811	396	222	46676	20070	15,51

В целом в 1970 г. 946 ТЭЦ в 652 городах СССР выработали 710 млн Гкал тепловой энергии.

Доля ЖКХ в общем теплоснабжении существенно варьировалась от 0,2 до 0,43 (рис. 2.5), что было связано в первую очередь именно с интенсивным промышленным развитием регионов. Соответственно, технический прогресс в развитии систем теплоснабжения шел в разных направлениях: повышение единичной мощности агрега-

тов, параметров пара перед турбиной, создание турбоагрегатов с промышленно-отопительными отборами.

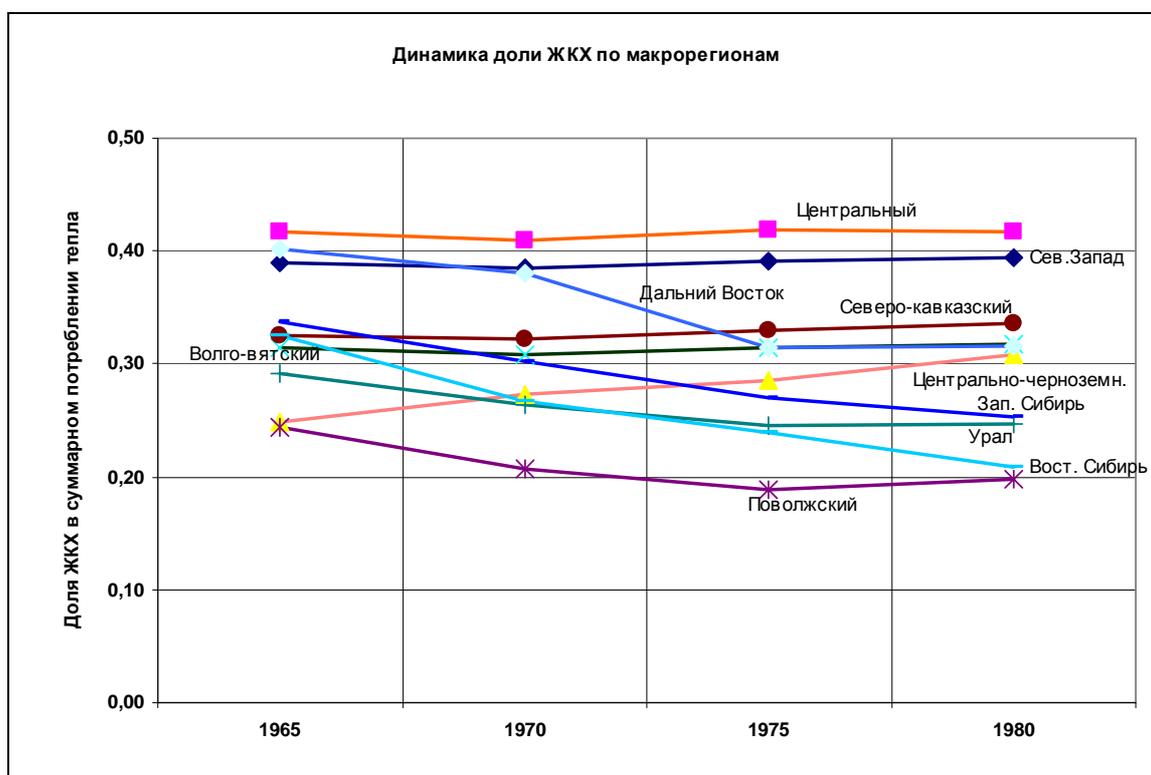


Рис. 2.5. Изменение доли ЖКХ в общем теплоснабжении

Таблица 2.7. Удельное потребление тепловой энергии на ЖКХ и промышленность (Гкал/чел.)

Районы	1965		1970		1975		1980	
	ЖКХ	Пром.	ЖКХ	Пром.	ЖКХ	Пром.	ЖКХ	Пром.
Сев. Запад	2,99	4,70	3,88	6,19	4,92	7,65	6,12	9,40
Центральный	2,82	3,94	3,61	5,19	4,53	6,28	5,17	7,24
Центрально-черноземн.	1,01	3,05	1,50	4,00	1,98	4,96	2,50	5,61
Волго-вятский	1,57	3,41	2,05	4,60	2,53	5,52	3,21	6,92
Поволжский	1,75	5,41	2,34	8,98	2,89	12,39	3,59	14,61
Северо-кавказский	1,19	2,47	1,40	2,95	1,68	3,42	2,07	4,10
Урал	2,37	5,76	2,96	8,29	3,77	11,62	4,81	14,68
Зап. Сибирь	2,12	4,17	2,86	6,62	3,41	9,20	4,09	12,08
Вост. Сибирь	2,05	4,26	2,80	7,69	3,63	11,50	4,35	16,59
Дальний Восток	2,40	3,58	3,12	5,07	3,09	6,72	3,63	7,85

Таким образом, развитие систем теплоснабжения городов шло вслед за созданием промышленных комплексов и их систем энергообеспечения: удельное потребление тепловой энергии на промышленные нужды превышало коммунально-бытовые в 1,6-2 раза (табл. 2.7).

2.3. Особенности структурного роста источников и систем теплоэнергоснабжения городов и регионов

Подобно тому, как города в СССР росли вокруг промузлов и предприятий, также и энергетические инфраструктуры развивались на основе систем энергообеспечения промкомплекса. Это принципиальное отличие развития городов в СССР, в отличие от остальной Европы, и особенность развития их систем теплоэнергоснабжения.

Интенсивное жилищное строительство в крупных городах (Москве, Ленинграде и др.) потребовало создания крупных отопительных ТЭЦ мощностью 300-400 МВт, и для этих целей были разработаны турбины Т-100-130, Т-175-130 и, впоследствии, турбина на сверхкритические параметры пара Т-250-240. К 1970 г. только в системе Минэнерго СССР было сооружено более 100 новых ТЭЦ и установлено более 600 теплофикационных турбин. Суммарная мощность теплофикационных турбин увеличилась с 16,6 до 47 млн кВт. Наряду с мощными теплофикационными турбинами нового поколения Т-100-130, Т-175/185-130, Т-250-240 получили развитие турбины с промышленными отборами пара для технологических нужд ПТ-60-130, ПТ-135-130, противодавленческие турбины Р-50-130, Р-100-130 для обеспечения паром крупных предприятий металлургии, химии, нефтехимии.

По данным рис. 2.6 и табл. 2.8 виден достаточно стремительный рост как мощностей ТЭЦ, так и протяженности инфраструктуры тепловых сетей. Рост промышленного и коммунального энергопотребле-

ния приводил к сооружению новых ТЭЦ с разводящими сетями, далее в регионе опять шло наращивание промышленного производства, интенсивное жилищное строительство. Качественный скачок в развитии централизованных систем теплоснабжения произошёл, как отмечает Е.В. Сеннова²⁷, в конце 1950-х гг., в период наиболее массового строительства жилья.

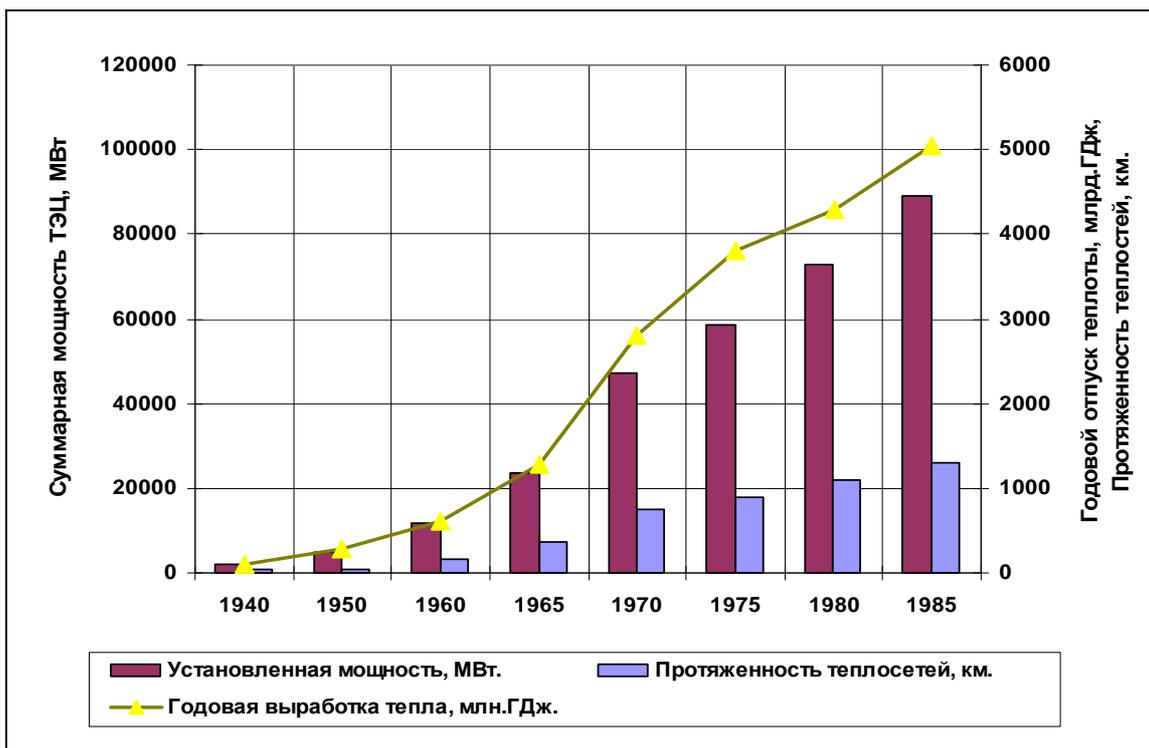


Рис. 2.6. Динамика основных параметров теплофикационных систем

Таблица 2.8. Динамика изменения основных характеристик ТЭЦ²⁸

Параметры ТЭЦ	Создание теплофикации 1930-1955 гг.	Развитие теплофикации после 1960 г.
Электрическая мощность, МВт	25-75	600-1000
Тепловая мощность, МВт	150-300	1700-2300
Радиус теплоснабжения, км	1,5-3	до 10-12

²⁷ Сеннова Е.В. Сидлер В.Г. Математическое моделирование и оптимизация развивающихся теплоснабжающих систем. – Новосибирск, 1987.

²⁸ Теплофикация СССР. Сборник статей под ред. С.Я. Белинского, Н.К. Громова. – М., «Энергия», 1977 г.

К середине 1980-х гг. только на ТЭЦ Минэнерго работало 166 турбин Т-100-130 и Т-110-130, 11 турбин Т-175-130 (Т-185-130) и 20 турбин Т-250-240. Диаметр отводящих трубопроводов от блоков с турбиной Т-250-240 составляет 1000 мм, от двух блоков – 1600 мм. Отборы такой турбины снабжают тепловой энергией около 250 тыс. чел. Распределённость разводящих сетей от крупных ТЭЦ составляет 15-25 км в Новосибирске, 35 км – в Свердловске, до 30 км – в Москве.

Если абсолютные нагрузки городов растут, то базовые удельные показатели: удельная протяженность сетей на единицу установленной мощности, удельная выработка теплоты на 1 МВт (табл. 2.9 и рис. 2.7) практически не меняются, что свидетельствует об определенной сбалансированности развития источников и потребителей, т.е. элементах структурно-технологической самоорганизации комплексов «ТЭЦ – потребители».

Падение удельной протяженности сетей в 1950 г. вызвано, скорее всего, разрушением инфраструктуры энергохозяйства страны во время войны. Графики удельных показателей развития систем теплоэнергоснабжения, представленные на рис. 2.7, построены на основе данных табл. 2.9. Из рис. 2.7 видно некоторое снижение (на 13-15%) в последнее время удельных показателей развития систем теплоэнергоснабжения. Причем, если удельная выработка тепловой энергии начала падать с середины 1970-х гг., то интенсивное развитие сетей замедлилось уже в начале 1970-х гг.

Отставание строительства тепловых сетей, своевременного ввода тепловых нагрузок промышленности и ЖКХ, завышение тепловых нагрузок потребителей, изменение состава и технологии предприятий приводило к недопустимо долгому (10-15 лет) сроку вывода турбин на проектные параметры с полной загрузкой отборов.

Таблица 2.9. Динамика основных параметров теплоснабжения в СССР

Параметры ТЭЦ	1940	1950	1960	1965	1970	1975
Установленная мощность, МВт	2000	5000	11922	23743	47000	58500
Протяженность теплосетей, км	650	763	3456	7198	15189	
Годовая выработка тепла, млн ГДж	100	293,3	607	1289	2800	3820
Удельная протяженность сетей, км/МВт	0,33	0,15	0,29	0,30	0,32	
Удельная выработка тепла, ГДж/МВт	0,05	0,06	0,05	0,05	0,06	0,07

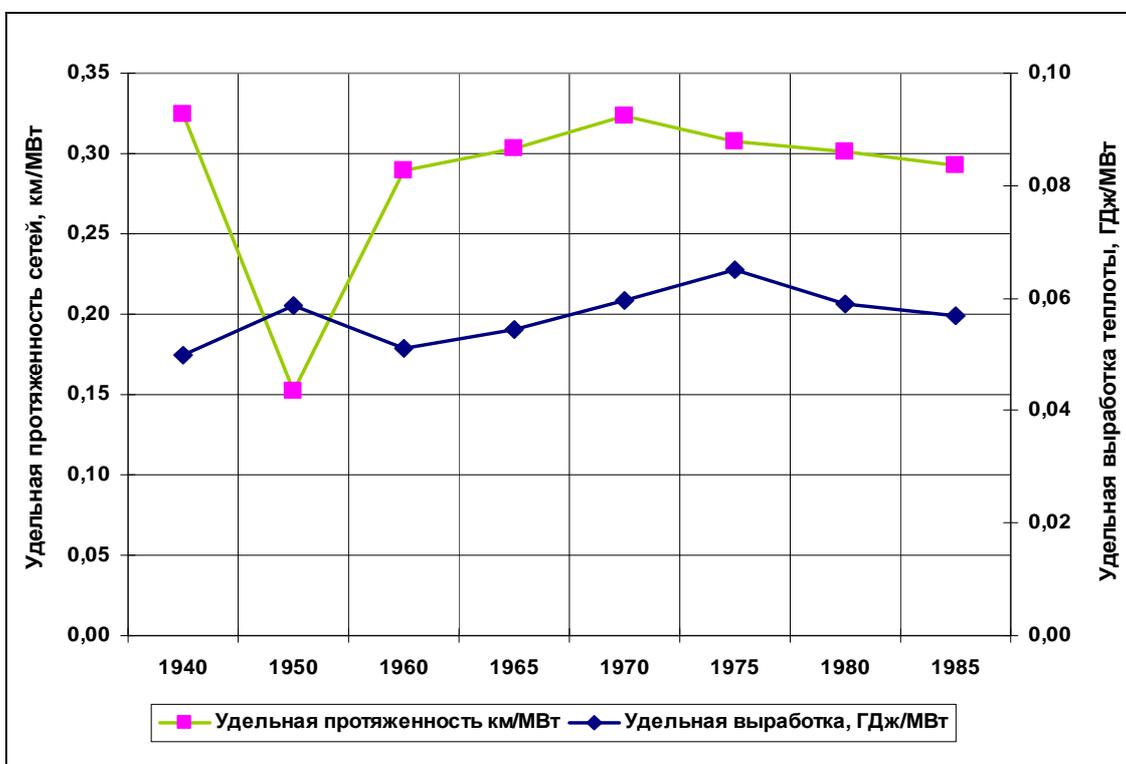


Рис. 2.7. Динамика удельных показателей теплотехнических систем

Именно недостатки структурного развития систем теплоснабжения (нехватка пиковых агрегатов, неразвитость сетей, отставание ввода потребителей, завышение расчетных нагрузок потребителей и ориентация на строительство мощных ТЭЦ) обусловили существенное снижение расчетной эффективности теплотехнических систем.

Совокупность важнейших теплоэнергетических параметров городов СССР представлена на рис. 2.8. Распределение городов в координатах «тепловая нагрузка²⁹ – градусо-сутки отопительного периода» показывает общие диапазоны тепловой нагрузки систем теплоэнергоснабжения городов, разброс в климатических параметрах. Из диаграммы наглядно видно, насколько велики были суммарные тепловые нагрузки таких небольших и не самых «холодных» городов как Абакан, Вильнюс, Львов, Фергана. А тепловое потребление южных Ташкента, Одессы, Еревана кратно превосходило нагрузки северных городов Мурманска, Архангельска, Иркутска и Тюмени.

Территориальная система городов СССР в целом, как видно из диаграммы, представляла собой конгломерат поселений с чрезвычайно высоким разнообразием, как по составу, так и по энергоклиматическим условиям, что потребовало создания мощной отрасли поддержания работоспособности систем жизнеобеспечения городов (проектные институты, турбинные и котлостроительные заводы, строительномонтажные организации, подготовка кадров).

При этом преобладание промышленной тепловой нагрузки над коммунальной в средних и крупных городах составило в среднем 2,6-2,8 раза. То есть в среднем на 1 Дж тепловой энергии низкого потенциала приходилось 2,7 Дж тепла более высокого потенциала с более ровным графиком тепловой нагрузки в течение года. Соответственно, выработка электроэнергии на тепловом потреблении (и экономия от теплофикации) была в среднем в 2-3 раза выше и постоянна в течение всего года.

²⁹ Данные ВНИПИэнергопром и ВТИ по тепловым нагрузкам городов по состоянию на 1980 г.

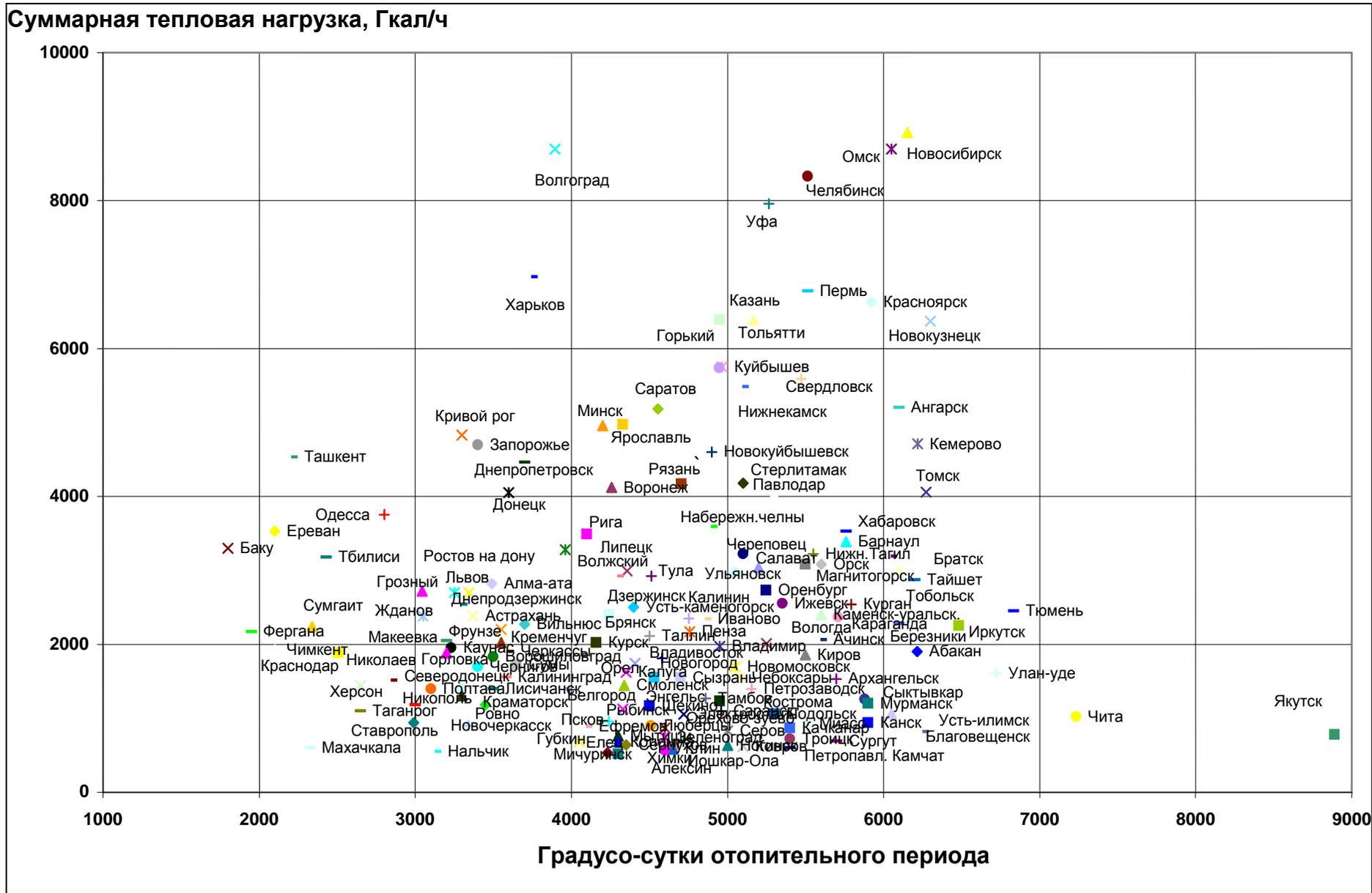


Рис. 2.8. Распределение городов по суммарной тепловой нагрузке и климатическим параметрам

Можно с высокой долей уверенности утверждать, что именно промышленная теплофикация была базовым источником экономии ТЭР в агломерациях, стержнем инфраструктурного развития городов страны. Этому также способствовало сооружение промышленных ТЭЦ на крупных предприятиях, в сочетании с теплоутилизационными установками разного состава и мощности. Комплекс инфраструктурных преимуществ динамичного развития в первую очередь промышленных энерготехнологических систем регионов выражался в существенной экономии топлива (и выбросов в атмосферу), более высокой надежности энергоснабжения, экономии капитальных затрат и низкой стоимости поставляемых энергоресурсов и коммунальных услуг.

Именно эти инфраструктурные преимущества теплофикации послужили важнейшим источником и резервом активного освоения Восточных регионов страны (удельное промышленное теплопотребление достигает максимума в 1980 г. именно в Восточной Сибири).

Динамика падения поставок тепла при переходе от ТЭК СССР к станциям на территории РФ и дальнейший тренд снижения теплопотребления в 1990-1995 гг. в общем виде представлены на рис. 2.9. Резкое падение промышленной нагрузки ТЭЦ, которая превышала отопительную нагрузку практически вдвое³⁰, в ряде регионов привело к тому, что суммарное теплопотребление стало определяться именно нагрузкой коммунального комплекса, с присущей ей сезонностью и иными колебаниями. Помимо климатических особенностей эта нагрузка в первую очередь определяется объемами жилого и нежилого фонда, численностью населения городских поселений.

³⁰ Более подробный анализ существенных изменений условий функционирования систем теплоэнергоснабжения городов, оставшихся на территории РФ, приведен в главе 4, здесь мы ограничимся общей констатацией перехода от доминирования промышленной нагрузки к коммунальной.

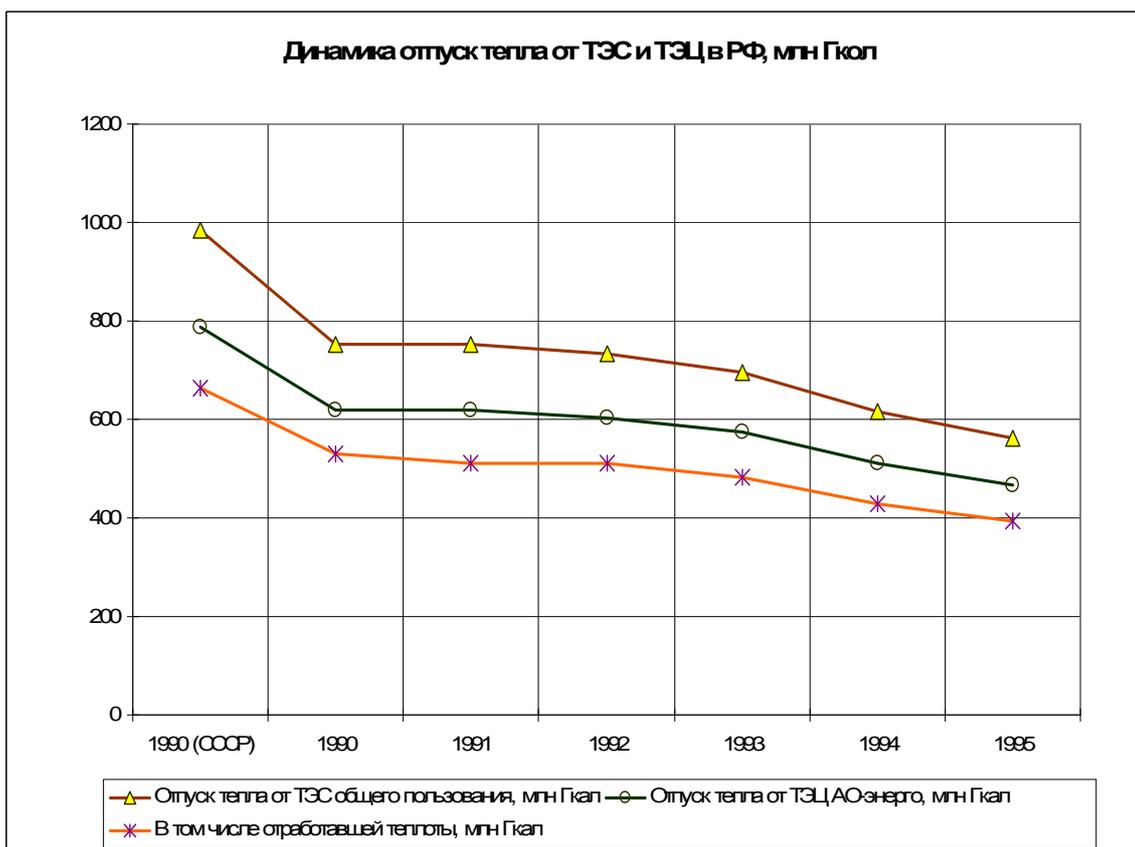


Рис. 2.9. Динамика изменения отпуска тепловой энергии от ТЭС общего пользования и ТЭЦ

В табл. 2.10 и на рис. 2.10 приведена уже современная картина с теплоэнергоснабжением на 2002-2003 гг. Распределение отопительных котельных, общей и удельной выработки тепловой энергии по территории федеральных округов как раз иллюстрирует тенденцию соответствия тепловых мощностей общей численности (и плотности) населения. Удельное потребление тепловой энергии на 1 чел. в разных регионах, разумеется, несколько различается в соответствии с усредненными климатическими параметрами (градусо-сутками отопительного периода).

Таблица 2.10. Показатели потребления тепловой $Q_{\text{сум}}$ и электрической $N_{\text{год}}$ энергии по Федеральным округам РФ

Показатели	Население		Территория		Котельные		Q год*		Q год**		Qсум	Nгод	
	млн чел.	%	тыс. км ²	%	шт.	%	млн Гкал	%	млн Гкал	%	млн Гкал	млрд кВт*ч	%
Центр. округ	37	25,4	690	4,0	15653	23,0	118	19,9	108	21,4	226	202,6	19,8
Южный округ	21,6	14,8	600	3,5	8685	12,8	40,2	6,8	18,7	3,7	58,9	83,7	8,2
Поволжье	32	21,9	1000	5,8	16333	24	143,2	24,1	149	29,5	292,2	196,4	19,2
Северо-Западный	14,5	9,9	1700	9,9	6383	9,4	54,3	9,1	44,7	8,8	99	100,4	9,8
Урал	12,6	8,6	1800	10,5	5180	7,6	103	17,3	53,3	10,5	156,3	177,8	17,4
Сибирь	20,8	14,3	5100	29,8	10432	15,3	110	18,5	100,6	19,9	210,6	221,5	21,6
Дальний восток	7,1	4,9	6200	36,3	5247	7,7	25,3	4,2	30,3	6,0	55,6	40,3	3,9
Всего	145,6	100	17090	100	67913	100	594	100	504,9	100	1098,9	1022,7	100

Q год* – отпуск от котельных (данные Госстроя РФ на 2002-2003 гг.)
 Q год** – отпуск от ТЭС (данные АПБЭ на 2008 г.)

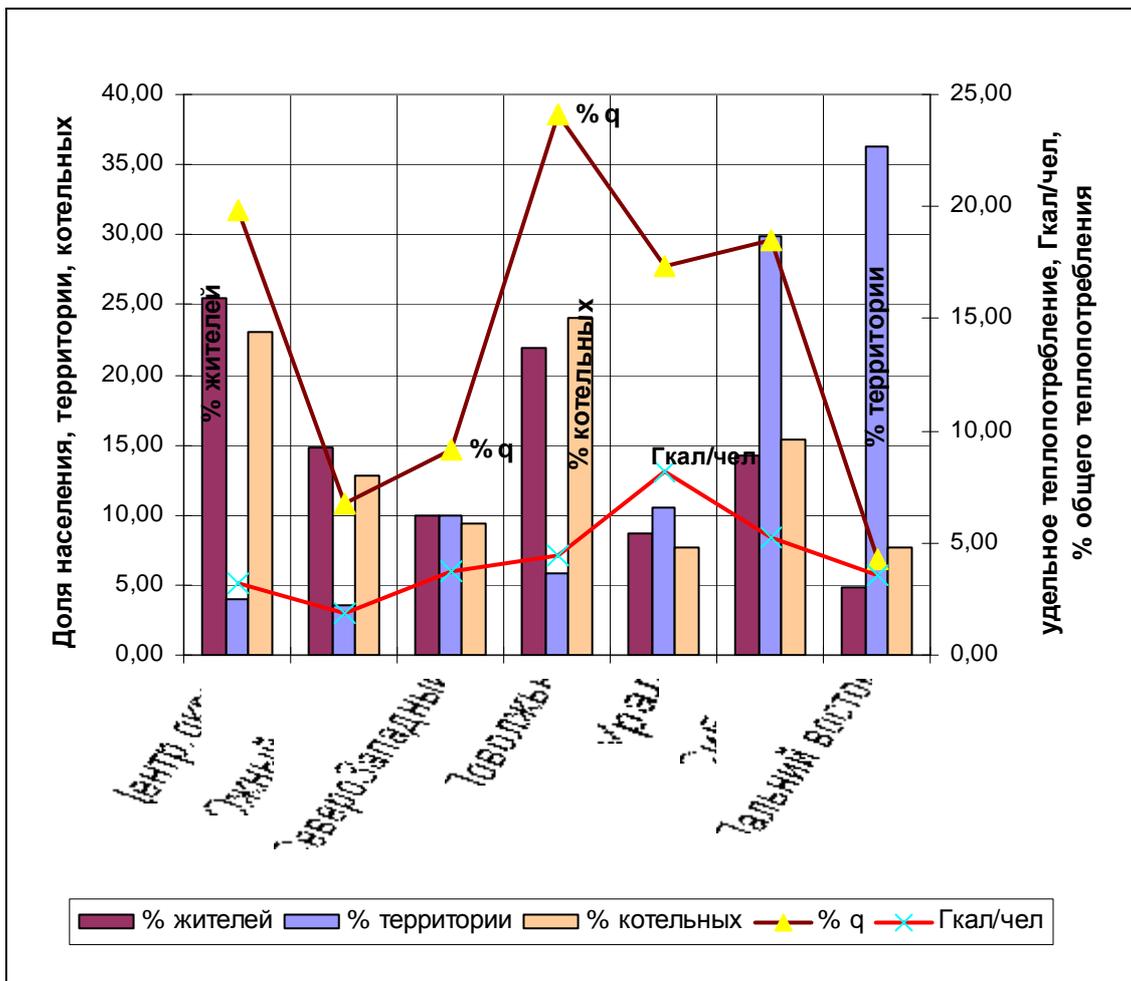


Рис. 2.10. Характеристики энергообеспечения по федеральным округам

2.4. Выводы

Во второй главе работы рассмотрена общая проблематика становления и развития региональных энерготехнологических систем. Рассмотрены основные положения теории энергопроизводственных циклов (ЭПЦ) как основы создания и развития энерготехнологических систем регионов. Показана тесная взаимосвязь промышленной и коммунальной теплофикации, их ведущая роль при развитии и освоении регионов с учетом особенностей преобладающих энергетических нагрузок и структурного роста РЭС.

Пространственное развитие или определенная самоорганизация крупных энергоёмких территориальных промышленных комплексов

во второй половине XX века в СССР происходило в значительной степени согласно основным принципам теории энергопроизводственных циклов, в которой увязывались ресурсные, энергетические, материальные потоки в рамках ТПК. Во многом именно энергетический принцип служил базовой основой выбора оптимальных решений развития территориальных комплексов и агломераций.

Системы жизнеобеспечения населенных пунктов формируются вместе с жилым фондом в определенных пропорциях, что характеризует процессы территориальной самоорганизации. Интенсивный промышленный рост, развитие городов, систем теплоэнергоснабжения замедлились, начиная со второй половины 1970-х гг., при этом динамика инвестиций в развитие сетей показывает их существенное отставание от вложений в источники теплоэнергоснабжения.

Поскольку именно рост промышленности был важнейшим фактором урбанизации в СССР, то именно промышленные ТЭЦ и системы энергоснабжения являлись неотъемлемой составляющей систем жизнеобеспечения промузлов и городов, а промышленная теплофикация была базовым источником экономии ТЭР в агломерациях, стержнем инфраструктурного развития городов страны.

3. ВЗАИМОУСЛОВЛЕННОСТЬ ЭВОЛЮЦИИ ГОРОДСКИХ АГЛОМЕРАЦИЙ И СОПУТСТВУЮЩИХ ЭНЕРГОТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СИСТЕМ

3.1. Особенности процессов урбанизации, роста числа городов и агломераций на территории СССР и РФ

Подобно тому, как растущие промышленные предприятия и системы жизнеобеспечения оказывали серьёзное влияние на формирование и развитие городских поселений, собственная динамика эволюции городов в различных климатических зонах также существенно определяет особенности и конфигурацию систем энергообеспечения. Город – специфическая пространственная среда, которая формируется в процессе развития общества и становится оболочкой, вместившим множество важнейших сторон и проявлений общественной жизни. Формирование города представляет из себя длительный и растянутый во времени процесс, а точнее – совокупность процессов, регулируемых множеством установлений, проектов, идей, волевых актов и случайностей. В этом смысле город можно уподобить естественному образованию типа кристаллической структуры, форма которого отражает в первую очередь специфические свойства среды обитания.

Кроме того, город характеризуется высокой степенью дифференциации и интеграции составляющих его частей, иерархически соподчиненных в рамках единого функционального целого. В развитии и формировании города часто приходится сталкиваться с явлениями количественного роста и структурными преобразованиями. Вместе с тем город обнаруживает высокую живучесть и устойчивость по отношению к внешним возмущениям и изменению функциональных нагрузок. Город выступает как целостное образование по отношению к окружающей среде; потребляет и перерабатывает воду, сырьевые и

энергетические ресурсы, одновременно выбрасывает вовне значительную часть неиспользованной продукции.

Эти особенности города дают основание рассматривать его в некоторых отношениях как подобие живого организма, имеющего сложное внутреннее строение и естественные механизмы регулирования, обеспечивающие его выживание в условиях активного взаимодействия с окружающей средой.

Процесс урбанизации в России был кардинальным и чрезвычайно быстрым, количественный рост явно опережал качественное развитие. Примерно 2/3 ныне существующих городов России образованы в течение XX в., около 400 городов имеют городской стаж менее 40 лет. Вследствие непродолжительности существования в качестве городов они еще не успели стать истинными городами ни по своей экономической базе, ни по качеству городской среды, ни по образу и качеству жизни населения³¹. Как уже отмечалось выше, урбанизация в России развивалась на волне индустриализации. Именно промышленность породила большую часть новых городов, в том числе значительное число монофункциональных центров, заставляла молодые города расти стремительно, в результате чего получались города-акселераты, у которых рост опережал развитие; территория страны усеялась городами-«полуфабрикатами».

Рост жилых районов в городах в это время догонял промышленность: если за предвоенный период было введено в действие 127,9 млн м² общей площади жилья, то за период 1956-1975 гг. было построено в 10 раз больше, т.е. 1284,2 млн м² (рис. 3.1). В этот период также усложнилось инженерное обеспечение жилых домов. В 1970 г. доля жилой площади в государственном жилищном фонде городов, оборудованной водопроводом, составляла 79%, канализацией – 76%, центральным отоплением – 74%.

³¹ Нефедова Т. Полян Г. Трейвиш А. Город и деревня в европейской России. – М., 2001.

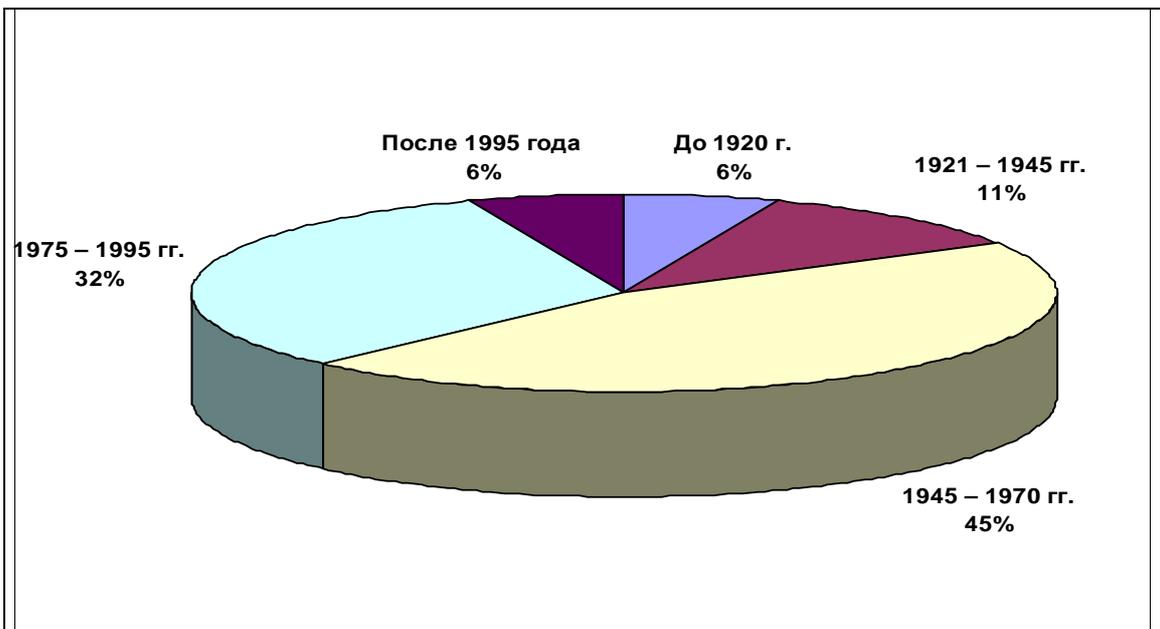


Рис. 3.1. Распределение зданий по годам постройки

К середине-концу 1970-х гг. рост агломераций и числа городов практически прекратился (табл. 3.1). Надагломерационные формы расселения, наподобие мегалополисов, только-только начали формироваться и не достигли еще значительных размеров. Демографическая недостаточность в сочетании с экономическим спадом и социальным неблагополучием затрудняет формирование опорного каркаса расселения – его узлов и осей. По-прежнему Россия испытывает дефицит городов, особенно острый в восточных районах. Особенно в стране не хватает больших городов, способных стать лидерами отраслевого и регионального развития. Только высокие технологии на производстве, эффективные системы расселения, рациональные системы жизнеобеспечения, высокое качество городской среды и, самое главное, высокое качество населения могут обеспечить успешное решение этой задачи при сокращающихся демографических ресурсах.

Городские агломерации с их концентрацией связей в пределах ограниченных по размерам ареалов особенно уместны для России и служат средством эффективного экономического сжатия территории, они рационализируют территориальное устройство страны. Городам

разных типов свойствен разный характер распределения по территории. Опорные города, каркасные узлы с сильно выраженными центральными функциями обнаруживают стремление к равномерности. Агломерационные же скопления городов на базе опорных центров резко контрастируют с относительно равномерной и разреженной сетью городов – центральных мест в межагломерационных пространствах³².

Таблица 3.1. Динамика развития агломераций в России в 1959-1989 гг.

Показатели	1959	1970	1979	1989
Число агломераций	25	37	49	49
Число городов в них	198	247	321	322
Доля городов в агломерациях к общему числу городов, %	22,6	25,5	32,1	32
Численность населения агломераций, млн чел	30,6	44,82	58,73	65,0
Численность населения в ядрах агломераций, млн чел	21,5	31,27	41,42	45,33
Доля ядер в численности населения агломераций, %	70,2	69,8	70,5	69,7

На рис. 3.2 показана динамика роста городов РФ во времени, рассчитанная по итогам переписи населения 2002 г. Видна постоянная устойчивая динамика роста городов численностью 50-100 тыс. и 100-500 тыс. чел.

При численности населения 500-1000 тыс. чел. темп роста городов существенно падает. Кроме того, видно, что после 1979-1980 гг., как уже отмечалось выше, рост крупных городов замедлился. В последние 15 лет большая часть мегаполисов начала терять население.

³² Лаппо Г.М. География городов. – М.: «Владос», 1997.

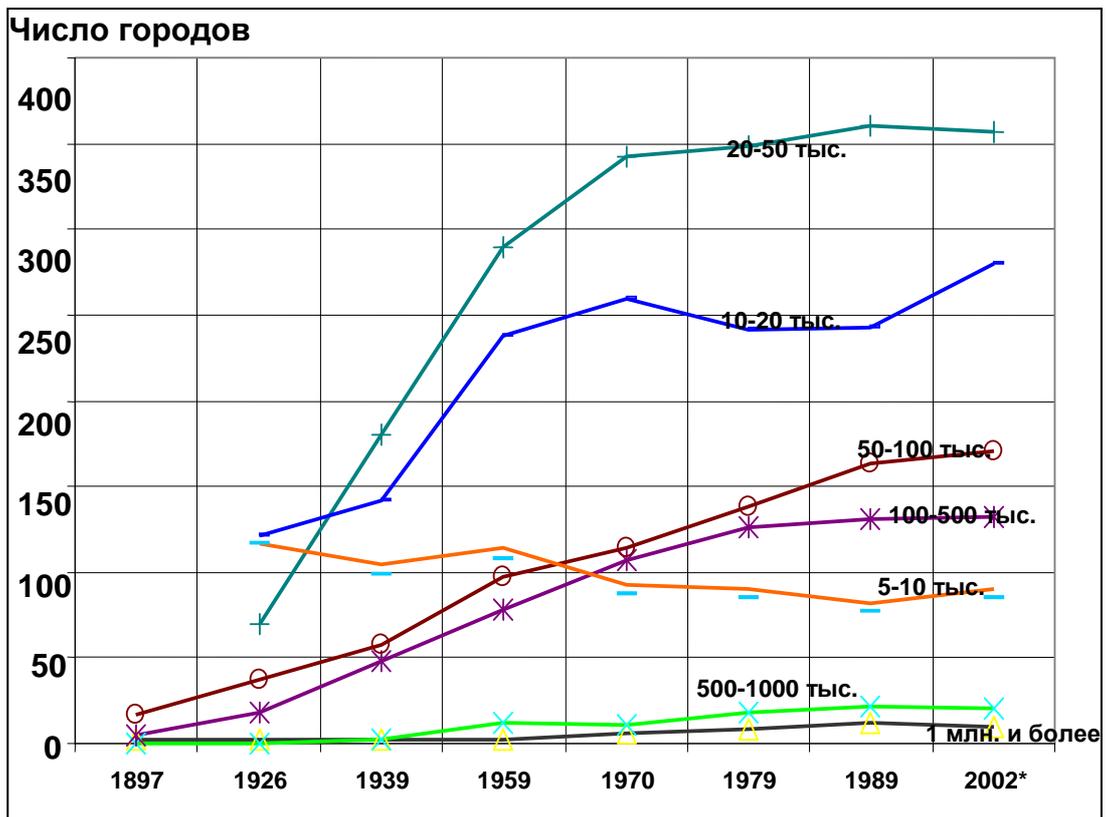


Рис. 3.2. Динамика роста числа городов разного размера в России

Таблица 3.2. Рост числа городов с сопутствующей тепловой нагрузкой в СССР

Q, Гкал/ч	1965	1970	1975	1980
более 10000	2	2	2	3
5000-10000	-	3	11	17
3000-5000	6	17	21	29
1000-3000	48	66	94	123
500-1000	58	81	109	112

Динамика роста городов и их теплоэнергетических параметров в самом важном диапазоне времени (1965-1980 гг.) представлена в табл. 3.2-3.4. Значительно (в 1,5 раза) растет нагрузка супермегаполисов (Москва, Ленинград, Киев). Примерно на 10% растет тепловая нагрузка в группе «миллионников», и само их число с нуля в 1965 г. вырастает до 17 в 1980 г. (табл. 3.2). Следующая группа городов (с тепловой нагрузкой в пределах 3-5 тыс. Гкал/ч) растет в среднем в 5 раз,

при этом средняя нагрузка таких городов, так же как и более мелких, практически не меняется.

Группы городов с тепловыми нагрузками в пределах 1-3 тыс. Гкал/ч и 0,5-1 тыс. Гкал/ч выросли в 3 и 2 раза. Рост тепловых нагрузок именно в мегаполисах (городах с миллионным населением) еще раз демонстрирует нам преобладание инфраструктурных решений в развитии крупных городских поселений, в том числе путем развития промышленных энергоисточников (или турбин с промышленными отборами).

Таблица 3.3. Тепловые нагрузки городов по группам, тыс. Гкал/ч

Q, Гкал/ч	1965	1970	1975	1980
более 10000	30,3	39,9	48,8	68
5000-10000	-	18,1	73,2	115,1
3000-5000	21,4	65,5	82	112
1000-3000	82,3	10,6	172	211
500-1000	41	56	78	80

Суммарный рост тепловых нагрузок в целом по этим группам за указанное время был весьма значителен. В «столичных» городах рост составил 2,2 раза, в группе «миллионников» – 10-15 раз, в «полумиллионниках» – в 5,5 раз, в группе более мелких поселений – в 1,8 раза.

Таблица 3.4. Средняя нагрузка города по группам тепловых нагрузок, тыс. Гкал/ч

Q, Гкал/ч	1965	1970	1975	1980
более 10000	15,1	20	24,2	22,6
5000-10000	-	6,1	6,5	6,7
3000-5000	3,5	3,8	3,9	3,8
1000-3000	1,72	1,61	1,83	1,72
500-1000	0,71	0,69	0,72	0,72

Рассмотрим общее распределение городов по размеру (людности) в сопоставлении с их тепловыми нагрузками (табл. 3.5). Доля централизованного сектора теплоснабжения в среднем по стране достигает 68-69%, что соответствует доле городов с населением свыше 100-150 тыс. чел.

Таблица 3.5. Характеристики городов и их тепловых нагрузок³³

Характеристики городов	Показатели населения, числа городов, тепловой нагрузки				
	до 100	100-300	300-490	500-1000	свыше 1000
Население, тыс. чел	до 100	100-300	300-490	500-1000	свыше 1000
Количество городов	948	106	29	21	13
Доля в общем числе городов, %	84,9	9,5	2,6	1,9	1,1
Численность населения, млн чел.	40,5	17,5	11,02	12,4	27,4
Расчётная тепловая нагрузка, Гкал/ч	до 150	150-500	500-1000	1000-3500	более 3500
Годовое количество тепла, тыс. Гкал/год	до 500	500-1500	1500-2000	2500-4000	более 4000
Доля в суммарной нагрузке, %	37,6	16	9,6	11,4	24,7
Суммарные доли, %	53,6		21		24,7

Вместе с тем в городах с населением 50-150 тыс. чел. в достаточной степени развиты так называемые кустовые схемы, когда существующие городские отопительные (промышленно-отопительные) котельные обслуживают свой ареал потребителей, при этом перемычек между этими «кустами», как правило, нет.

Таким образом, около 950 городов численностью до 100 тыс. чел. (это ~85% всех городов) имеют разрозненные «кустовые» схемы теплообеспечения, и потребляют до 40% тепла; чуть больше 100 городов численностью 100-300 тыс. чел. (~10%) развивают централизо-

³³ Расчет числа городских поселений выполнен на основе опубликованных данных переписи населения 2002 г.

ванные системы, потребляя около 16% тепловой энергии, 50 городов численностью до 1 млн чел. (~4,5%) в разной степени используют теплофикацию, их потребление достигает 21% всей тепловой энергии. И, наконец, 13 мегаполисов³⁴, составляя всего 1,1% от общего числа городов, имеют разветвленные системы энергообеспечения, их суммарное потребление тепла составляет около 25%.

Города с численностью до 300-350 тыс. чел. имеют, как правило, невысокую долю теплофикации, т.е. участия ТЭЦ в покрытии графика тепловой и электрической нагрузки. Соответственно, всего 63 города (~6% общего числа) можно считать имеющими развитые СЦТ с теплофикацией. Эти 6% городов потребляют на отопление, как можно видеть из таблицы, около 46% всей тепловой энергии, 10% городов среднего размера потребляют еще 16% тепла, 85% небольших городов – оставшиеся 37,6%.

Размер («людность») населенных пунктов в общем виде свидетельствует о плотности тепловой нагрузки, используемом фонде зданий, их размерах, характеристиках протяженности распределительных сетей, а распределение городов по размеру в разных территориально-климатических условиях ясно свидетельствует о наличии тенденций централизации или децентрализации энергообеспечения.

В этой связи проблема нахождения оптимальной степени централизации (коммунальности) систем теплоэнергоснабжения предстаёт совершенно в ином свете: развитие городов представляет собой сложный эволюционный процесс, в котором комплекс жизнеобеспечения способствуют этому развитию как необходимый каркас³⁵ нового городского строительства и реконструкции существующего жилищного фонда.

³⁴ В число мегаполисов вполне можно включить еще четыре города с населением 850-950 тыс. чел.

³⁵ Попков Ю.С., Гутнов А.Э. Системный анализ и проблемы развития городов. – М.: Наука, 1983 г.

В большей степени активное участие ТЭЦ проявляется в достаточно крупных городах с численностью 350-550 тыс. чел. Таких городов в стране 35, общая численность проживающего в них населения составляет 14,6 млн чел. Городов с численностью от 550 до 850 тыс. чел. всего 10, в них проживает 6,15 млн чел. Безусловно, существенную роль играют отопительные и промышленные ТЭЦ в энергообеспечении мегаполисов (15 городов с численностью ~14,7 млн чел.) и двух «столиц» – Москвы и Санкт-Петербурга – с суммарной численностью свыше 15 млн жителей.

Вместе с тем в расселении и, соответственно, в урбанизации существует серьёзная асимметрия (табл. 3.6).

Таблица 3.6. Асимметрия урбанистической ситуации в РФ

Показатели	Европейская часть		Азиатская часть	
	Число городов	%	Число городов	%
Все города	838	79,1	221	20,9
Большие города	131	77,5	38	22,5
Города-миллионеры	10	83,3	2	16,7
	Население, млн чел.	%	Население, млн чел.	%
Во всех городах	75,92	79,6	19,45	20,4
В больших городах	44,3	76,9	13,3	23,1
В мегаполисах	22,16	89,6	2,58	10,4

Такая асимметрия или неравномерность расселения связана с механизмом преодоления сопротивления среды в Азиатской части страны (выражающегося в серьёзных климатических условиях и сопутствующем состоянии инфраструктуры).

Рассмотрим общее распределение населения по климатическим зонам страны. Почти $\frac{3}{4}$ населения РФ, как видно из рис. 3.3, живёт в условиях средне-умеренных зим, что характеризует базовые условия

функционирования подавляющего большинства систем теплообеспечения городов.

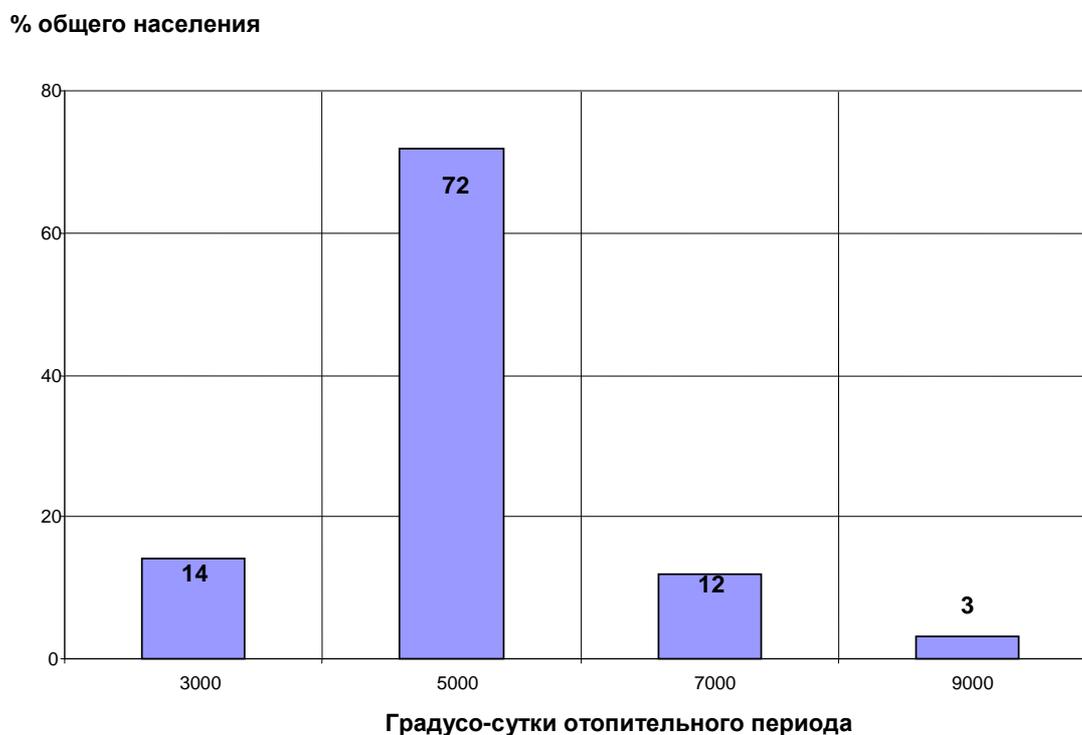


Рис. 3.3. Распределение населения страны по климатическим зонам (ГСОП)

Распределение регионов по интенсивности отопительного периода с учётом численности проживающего населения приведено в табл. 3.7. При отделении двух крайних групп – самой тёплой и самой холодной – видно, что наиболее многочисленная группа регионов (~70% населения) располагается в достаточно неблагоприятных климатических условиях с продолжительностью отопительного периода свыше полугода (185-240 суток). Это более чем в 2 раза превышает аналогичные климатические параметры большинства стран Центральной и Западной Европы.

Для понимания механизма концентрации населения в городских поселениях попробуем проанализировать влияние климатических (и иных факторов) на плотность населения и степень урбанизации макрорегионов.

Таблица 3.7. Распределение регионов РФ по параметрам интенсивности отопительного периода и численности населения³⁶

Градусо-сутки отопительного периода (ГСОП)	Регионы – субъекты РФ	Численность населения, тыс. чел./ %
2300-3500	Адыгея, Краснодарский край, Дагестан, Карачаево-Черкесия, Калмыкия, Кабардино-Балкария, Чечня, Ингушетия, Астраханская обл., Ставропольский край, Ростовская обл., Калининградская обл.	<u>19353</u> 14
3900-4500	Белгородская обл., Брянская обл., Волгоградская обл., Воронежская обл., Курская обл., Липецкая обл., Орловская обл., Смоленская обл., Тамбовская обл., Приморский край	<u>15970</u> 12
4500-4900	Владимирская обл., Мордовия, Ивановская обл., Калужская обл., Ленинградская обл., Москва, Московская обл., Новгородская обл., Пензенская обл., Рязанская обл., Саратовская обл., Санкт-Петербург, Тверская обл., Тульская обл.	<u>36070</u> 26
5000-5300	Башкортостан, Вологодская обл., Карелия, Марий Эл., Камчатка, Костромская обл., Нижегородская обл., Оренбургская обл., Пермская обл., Сахалинская обл., Татарстан, Ульяновская обл., Челябинская обл., Чувашия	<u>27530</u> 20
5350-5900	Алтайский край, Архангельская обл., Кировская обл., респ. Коми, Коми-Пермяцкий АО, Корякский АО, Красноярский край, Удмуртия, Курганская обл., Свердловская обл., Хабаровский край	<u>18700</u> 14
5970-6700	Респ. Алтай, Амурская обл., Бурятия, Еврейская АО, Иркутская обл., Кемеровская обл., Мурманская обл., Новосибирская обл., Омская обл., Томская обл., Хакасия, Ханты-Мансийский АО	<u>16870</u> 12
6800-9960	Агинско-Бурятский АО, Магаданская обл., Ненецкий АО, Таймыр, Тыва, Тюменская обл., Чукотка, Усть-Ордынский АО, Эвенкийский АО, Якутия, Ямало-Ненецкий АО	<u>3800</u> 3

³⁶ В нескольких субъектах Федерации (Якутия, Красноярский край, Таймыр и др.) различия климатических параметров довольно велики, и для предварительного анализа и расчетов принимались данные по столице региона.

3.2. Централизация теплоснабжения как отражение климатической обусловленности концентрации расселения

Если большинство территории РФ приходится на зоны с более холодным климатом, то большинство населения заселяет более теплые территории. В совокупности три «северных» округа (Северо-Запад – Сибирь – Дальний Восток) дают 76% территории и 29% населения. Наоборот, три «южных» округа (Центр – Южный – Поволжье) охватывают 62% населения и 13,4% территории.

К так называемой эффективной³⁷ территории страны в России относится не более трети фактической площади – около 5,5 млн км². По этой территории РФ занимает уже далеко не первое место на планете. В эту величину входит площадь всех относительно «теплых» округов, за исключением Сибири и Дальнего Востока. На этой территории проживает свыше 81% населения страны, и это количество постоянно растёт за счёт переезда людей с востока и севера страны.

На диаграмме-картоиде (рис. 3.4) показано распределение регионов-субъектов Федерации по дефициту тепловой энергии, оцениваемом в градусо-сутках отопительного периода (ГСОП), которые рассчитываются по средней температуре и длительности отопительного периода того или иного региона. Виден неуклонный рост ГСОП как важнейшего фактора сопротивления среды с запада на восток страны. По значениям градусо-суток рассчитывают перспективные запасы топлива для отопления городов, оценивают эффективность использования тепловой энергии.

Для ряда крупных регионов РФ (Якутия, Красноярский край и др.) различия в климатических условиях могут достигать значительных величин. В частности, в соответствии с ТСН 24-343-2002 терри-

³⁷ Клименко В.В. Общественные науки и современность. 1995. № 5.

тория Якутии разделена на четыре климатические зоны, отличающиеся разными сочетаниями температурных и ветровых условий.

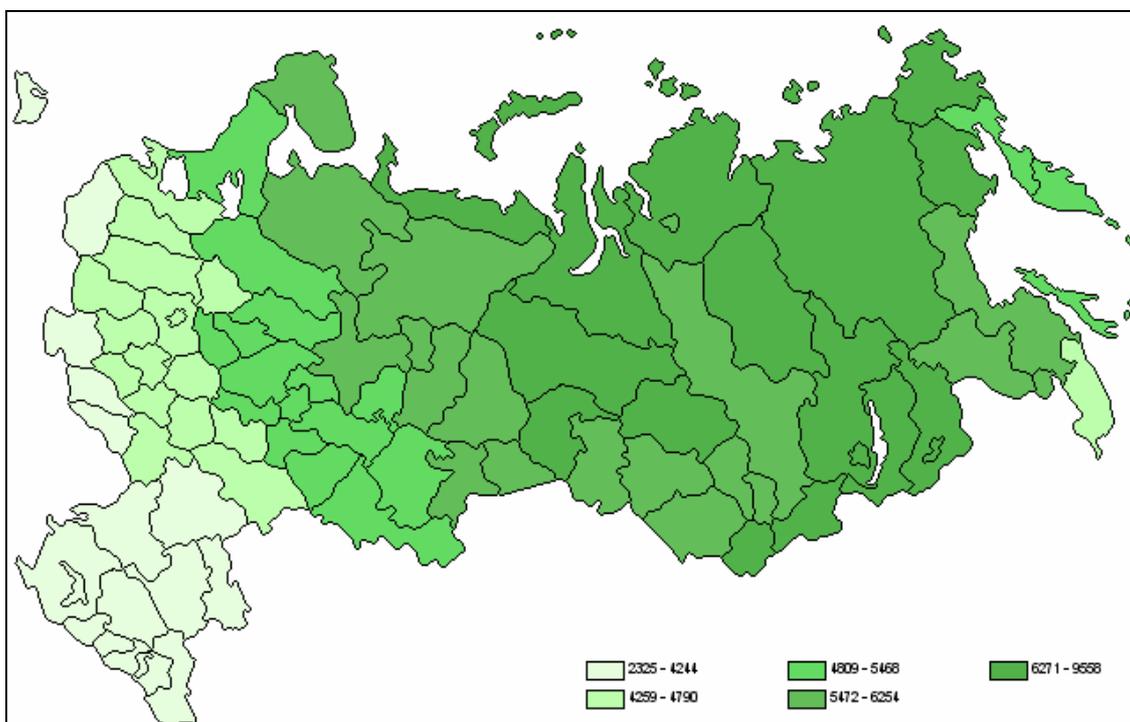


Рис. 3.4. Распределение регионов РФ по климатическим характеристикам (градусо-суткам отопительного периода)

Естественно ожидать большей плотности населения в более теплых регионах; освоение остальных территорий требует существенных затрат различных ресурсов в рамках государственных программ. Отток населения с северных территорий в настоящее время ведёт к существенному падению численности населения: в ряде городов пустует от 4 до 9% квартир³⁸.

Динамика плотности расселения (рис. 3.5), также свидетельствует о предпочтении для жизни регионов с более тёплым климатом (Центр, Южный, Поволжье). Тенденция к падению плотности населения, таким образом, более четко обнаруживается при ГСОП $\geq 4000-4500$, при этом важно адекватно сравнивать регио-

³⁸ Вестник аналитического управления Совета Федерации Федерального Собрания РФ. 2004. № 3.

ны, находящиеся в схожих условиях сопротивления среды (климатические зоны, рельеф, промышленное развитие). Тренды изменения плотности населения для таких схожих групп регионов нанесены на соответствующие точки на рис. 3.5.

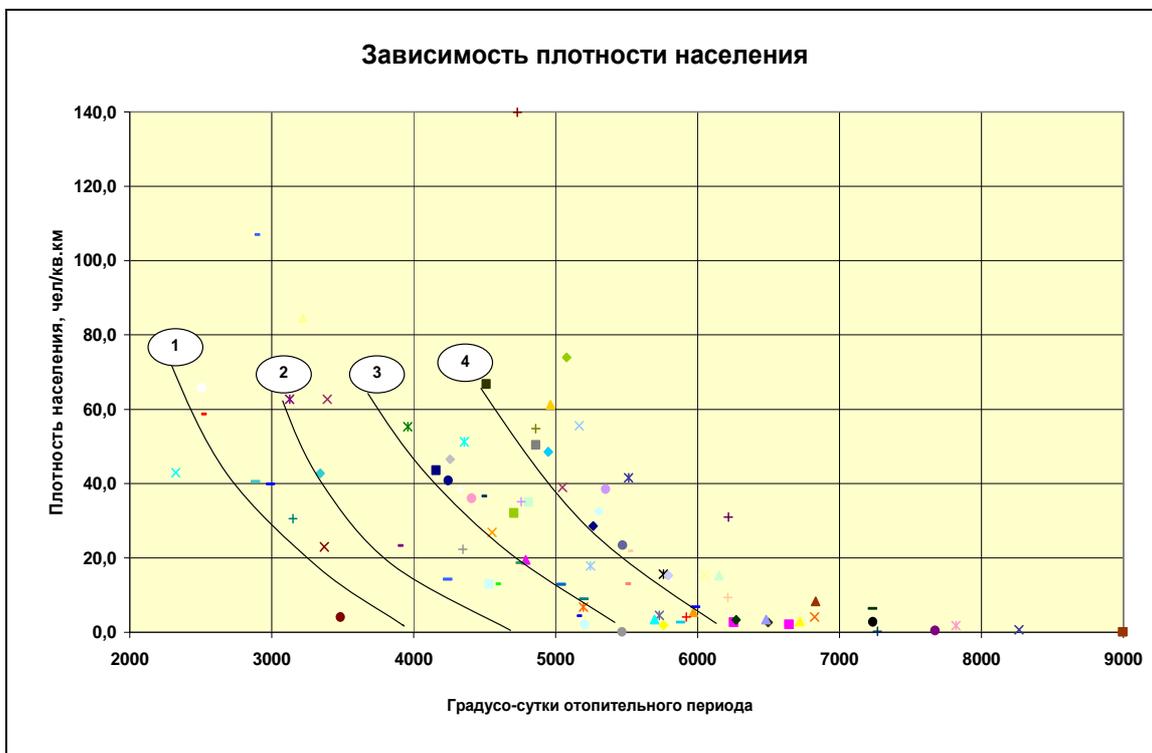


Рис. 3.5. Динамика плотности населения в субъектах РФ в зависимости от градусо-суток отопительного периода:
1 – регионы Северного Кавказа и Закавказья; 2 – южное Поволжье;
3 – Черноземье; 4 – Северное Поволжье и Урал

В целом, как видно из диаграммы расположения регионов на рис. 3.5-3.6, динамика изменения плотности населения не так уж однозначна, что связано, по нашему мнению, с разной моделью самоорганизации расселения при разных климатических условиях. Высокая плотность населения в Московской области обусловлена высокой степенью урбанизации территории, функциями столичного региона, мощным наплывом мигрантов.

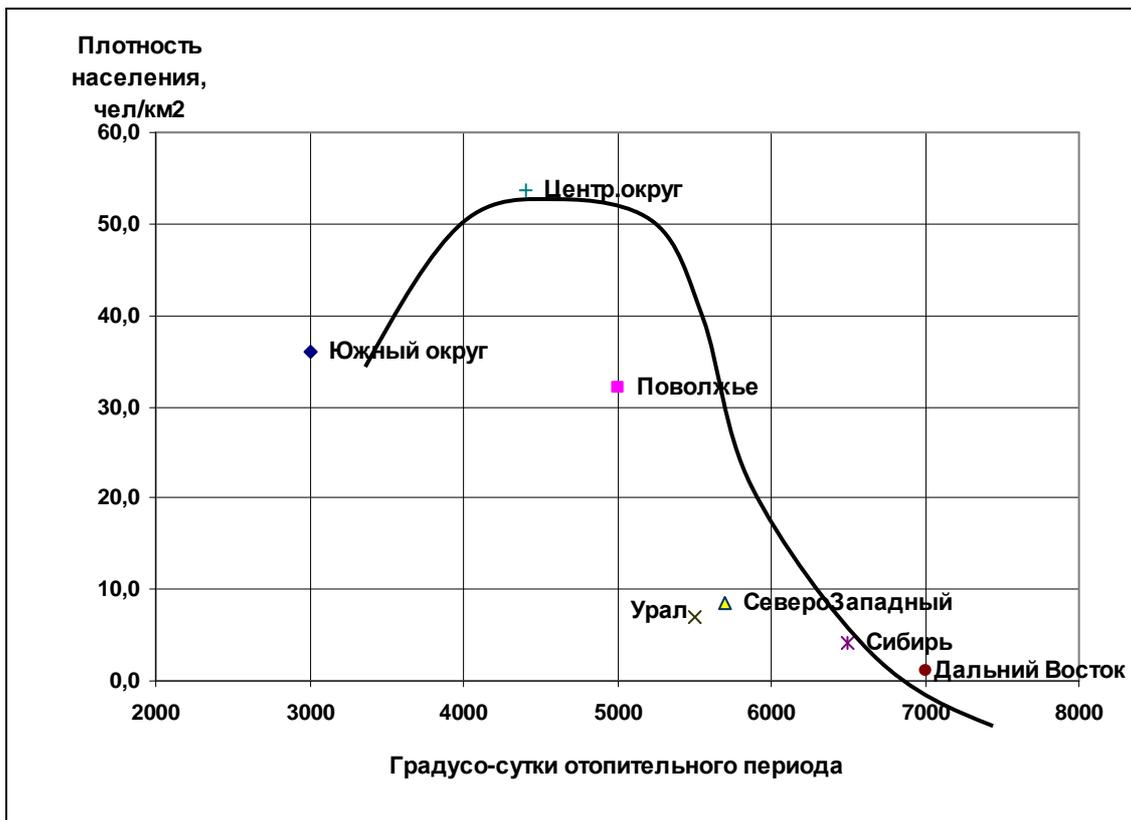
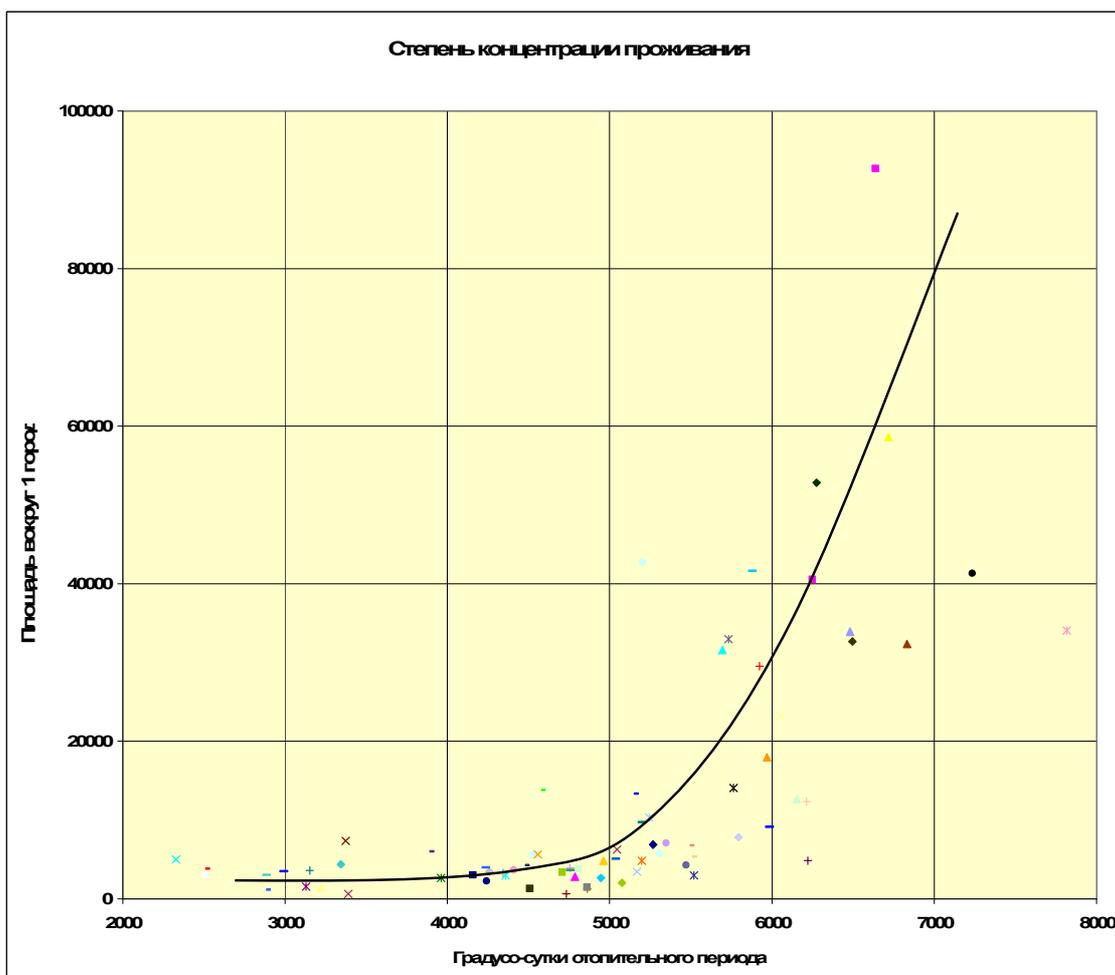


Рис. 3.6. Плотность населения в разных регионах страны в зависимости от ГСОП

Для получения более интегральных зависимостей расселения от климатических параметров перейдем к анализу степени централизации (концентрации) расселения в макрорегионах РФ. Под степенью централизации расселения мы в данном случае подразумеваем площадь территории, охватываемой городом с населением свыше 100 тыс. чел. На рис. 3.7 показана динамика степени централизации от градусо-суток отопительного периода для субъектов Федерации. Зависимость для макрорегионов – федеральных округов на рис. 3.8 явно имеет нелинейный характер и меняет единую динамику, показывая разный характер графиков до и после ГСОП=4000 градусо-суток.



**Рис. 3.7. Плотность населения в разных регионах страны
в зависимости от ГСОП**

Линия тренда ясно показывает нам минимум – граничную величину (~ 4000-4200 градусо-суток), на которой происходит изменение характера самоорганизации городских поселений. После достижения этой величины дефицита тепла (градусо-суток) в регионе отчетливо наблюдается тенденция повышения централизации (коммунализации) расселения, обусловленная климатическими условиями и необходимостью устраивать централизованные систем жизнеобеспечения для обеспечения приемлемых условий жизни и работы населения.

Для Южного округа с ГСОП около 3000, очевидно, тенденция иная, о чем свидетельствует плотность расселения и плотность городов в этом регионе. На рис. 3.9 еще раз показана зависимость концентрации (плотности городов на 10000 км²) городов от дефицита тепла

(ГСОП), при этом дополнительно на графике размер круга показывает общее число городов в макрорегионе.

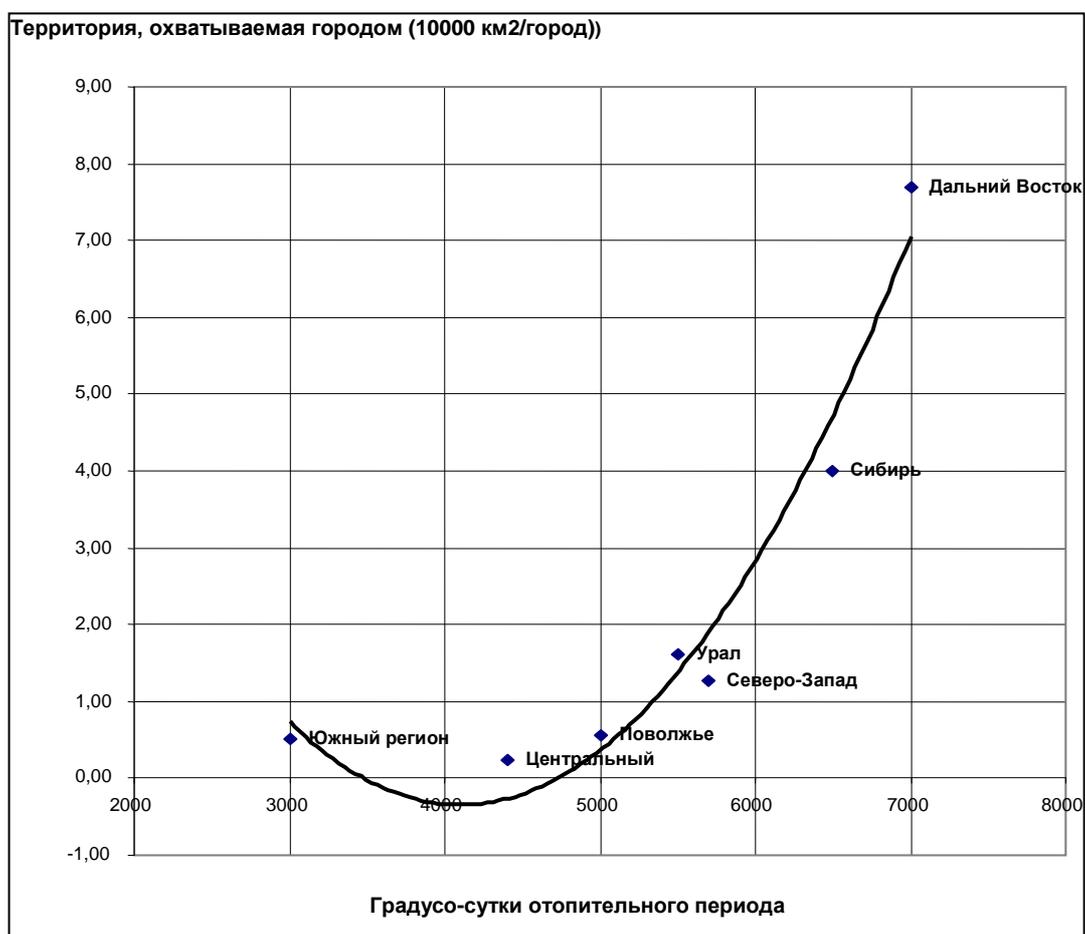


Рис. 3.8. Степень концентрации расселения по территории РФ в зависимости от интенсивности отопительного периода в ГСОП

В частности, Черноземный регион выделен из Центрального федерального округа как «граничный», именно на нем происходит изменение тенденции коммунальности систем энергообеспечения. В этой зоне централизованные системы и распределенные (автономные) в той или иной степени успешно конкурируют. Некоторое превышение средних трендовых показателей в Центральном регионе связано с выполнением этим регионом столичных функций, и обусловленной этим высокой плотностью населения (и степенью урбанизации) в Московской области.

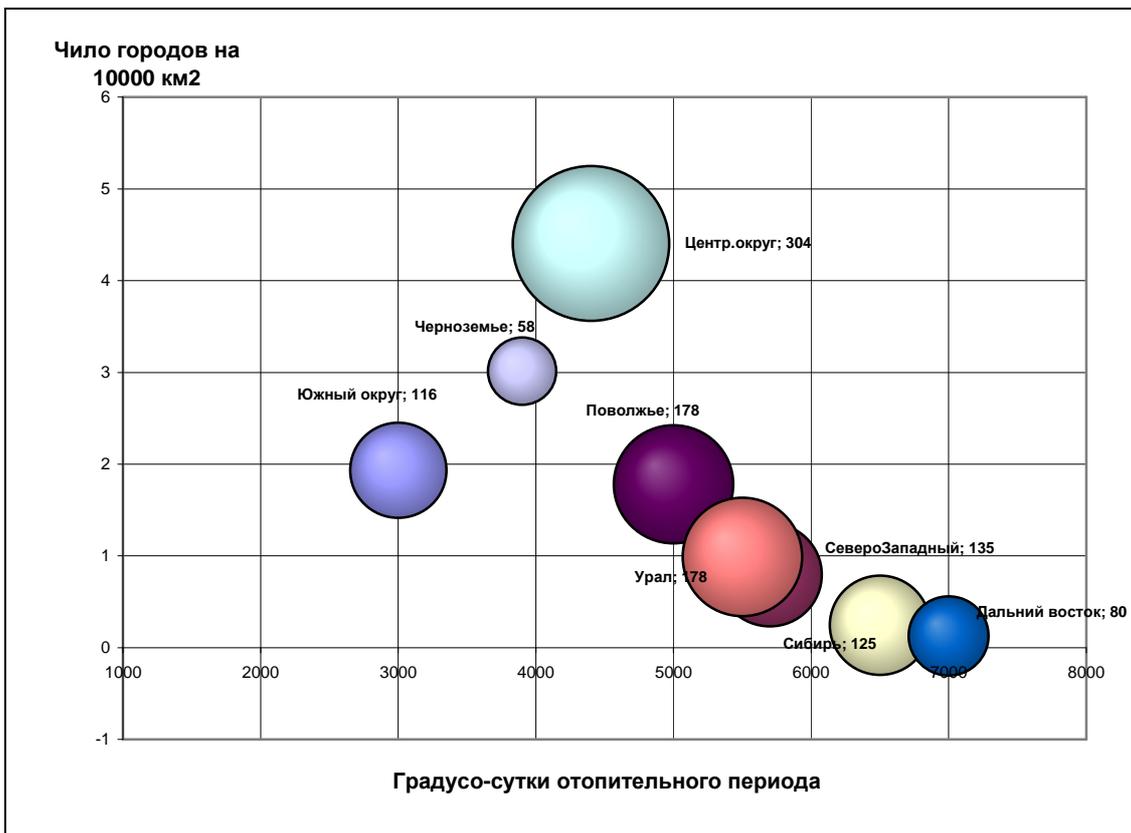


Рис. 3.9. Соотношение плотности и численности городов для регионов РФ в зависимости от климатических условий (ГСОП)

Степень концентрации (централизации) можно еще проиллюстрировать такой величиной, как территориальная нагрузка, приходящаяся на один город, или условный радиус обслуживания, эти величины существенно увеличиваются с ростом интенсивности отопительного периода региона (табл. 3.8).

Таблица 3.8. Территориальная нагрузка на один город в разных частях РФ

Области	Территория, приходящаяся на 1 город, км ²	Условный радиус обслуживания, км	Градусо-сутки отопительного периода
Европейская часть			
Владимирская	1318	20,5	4900
Пензенская	4320	37	4800
Азиатская часть			
Курганская	7889	50	5800
Омская	23283	86	6100

Каков механизм выявленной нами тенденции к росту концентрации расселения при увеличении интенсивности отопительного периода (градусо-суток)? Представляется, что механизмов может быть несколько.

В первую очередь механизм экономии ресурсов на отопление при концентрации населения в небольших городах связан в первую очередь с размерами зданий, поскольку диссипация тепловой энергии зданиями пропорциональна наружной площади ограждений и температурному перепаду стен и окружающей среды. Экономия тепловой энергии на отопление связана в первую очередь с пространственной концентрацией мест проживания³⁹.

При росте размеров здания от 1 до 100 тыс. м³, коэффициент компактности (отношение наружной площади стен $F_{огр}$ к внутреннему объему V) падает с 0,5 до 0,1. Анализ показывает, что при разделении «единого здания» общим объемом 100 тыс. м³ на 10 строений объемом по 10 тыс. м³, теплотери ограждающими конструкциями возрастают в 2,5 раза, так как вырастает внешняя площадь ограждающих конструкций. Распределение единого объекта на 10, 50, 100 самостоятельных субобъектов 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 тыс. м³, резко повышает теплотери ограждающими конструкциями.

На рис. 3.10 показаны тренды роста удельных отопительных затрат для разных климатических зон (расчет энергозатрат выполнен для средних значений термических сопротивлений стен с $R_{огр}=1,0 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$). Эти тренды рассчитаны для случаев расселения из крупных зданий с высокой плотностью населения в небольшие строения и коттеджные поселения с соответствующей децентрали-

³⁹ Гашо Е.Г. Степень централизации, распределенность и пути рационализации тепло-энергетической нагрузки территориальных промышленных узлов в России // Вестник МЭИ. 2003. № 4.

цией отопления: при этом коэффициент формы зданий растет от 0,2 до 1. Очевидно, что уже для ГСОП=3000 градусо-суток рост энергозатрат при децентрализации становится весьма существенным (именно эти значения соответствуют параметрам отопительного периода Копенгагена и Стокгольма), что диктует необходимость специальных (коммунальных) систем жизнеобеспечения.

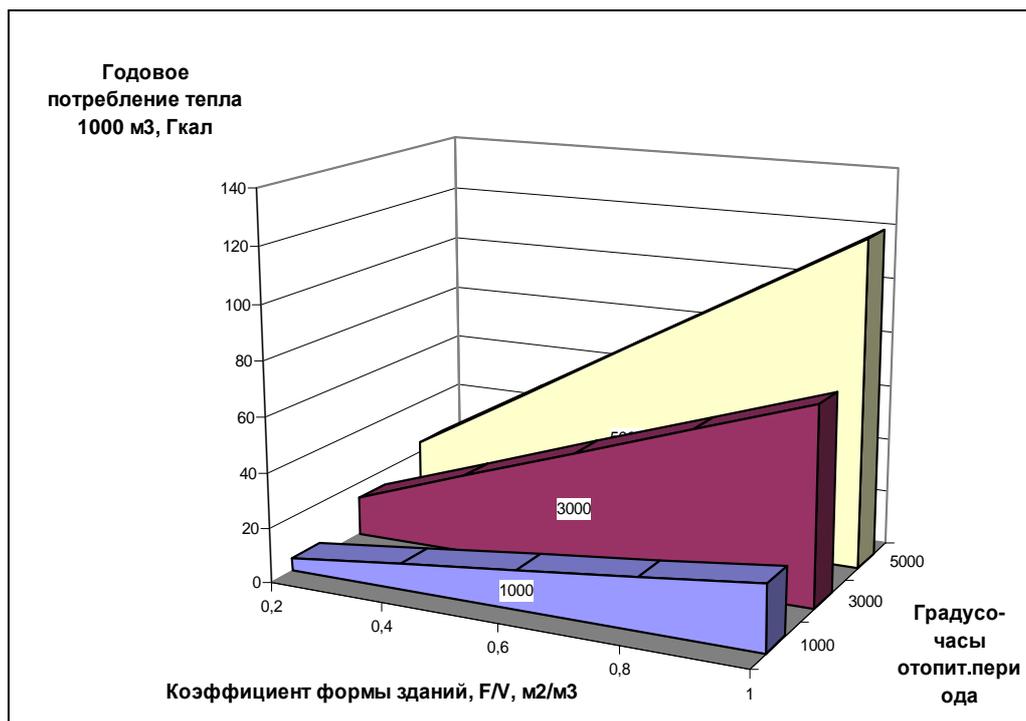


Рис. 3.10. Динамика роста удельных расходов тепла на отопление при децентрализации расселения (росте коэффициента формы зданий от 0,2 до 1)

Поскольку климатические требования для большинства регионов России больше этой величины, расчет показывает явную предпочтительность концентрации потребителей (и тепловой нагрузки), что в значительной степени предопределяет и другие экономические преимущества и функциональную необходимость централизованных систем теплообеспечения.

Адекватное сравнение условий наших городов и столиц стран северной Европы необходимо выполнить в тех же параметрах. Расчёт удельных энергоклиматических нагрузок (необходимого количества

теплоты для отопления единицы объёма зданий) выполнен по средне-месячным температурам последних лет для наиболее крупных северных столиц Европы. Расчёт параметров потребностей в энергии произведен на основе данных метеостанций соответствующих городов за десятилетие 1990-2000 гг. Для удобства расчёта перейдем от годовых параметров «градусо-суток» к «градусо-часам», их распределение по месяцам отопительного периода наглядно представлено в табл. 3.9 и на рис. 3.11. Меньшая длительность отопительного периода означает существенную экономию энергии по времени, а меньший разброс температур указывает на меньшие диапазоны регулирования тепловой нагрузки.

Таблица 3.9. Удельные энергоклиматические характеристики городов (градусо-часы)

Месяцы	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

Практически во всех основных столицах Северных стран Европы отопительный сезон существенно мягче по амплитуде и короче по длительности. Простой анализ показывает, что, невзирая на процессы глобального потепления, только Хельсинки по своим климатическим параметрам близок к столице России.

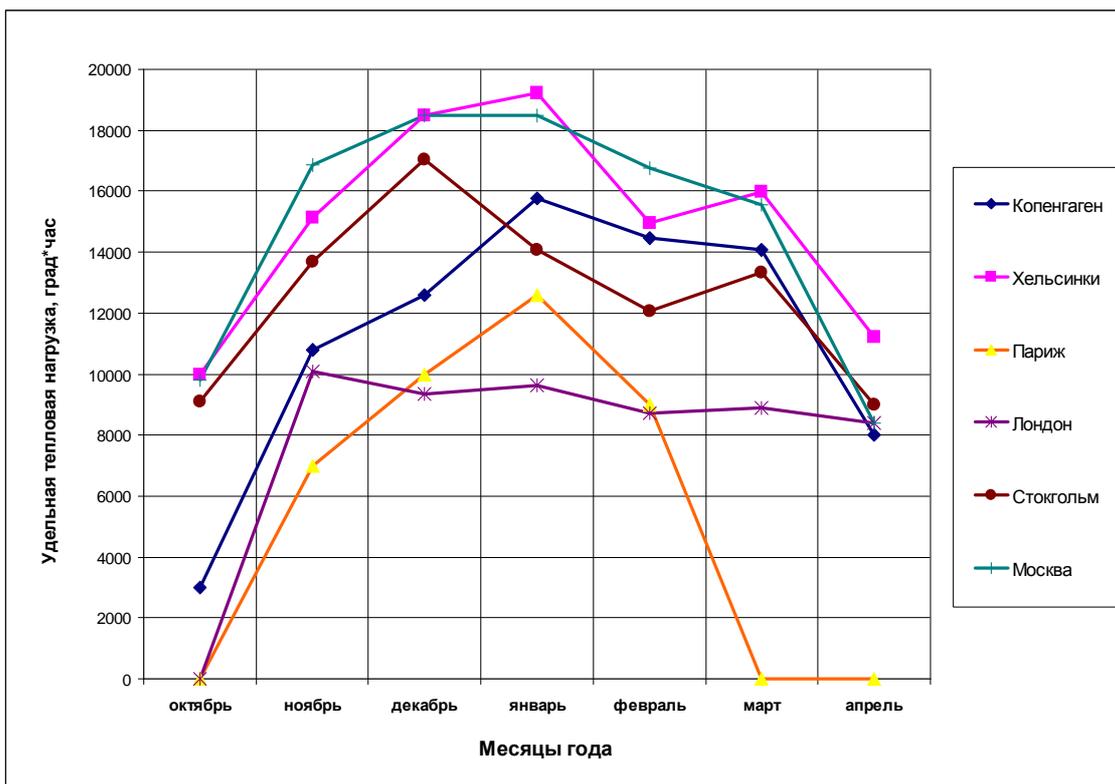


Рис. 3.11. Динамика среднемесячных значений дефицита тепла столиц Северной Европы в градусо-часах

Города с нагрузкой свыше 60% от московских значений (Хельсинки, Стокгольм, Копенгаген, Берлин), кстати говоря, тоже активно развивают централизованное теплоснабжение и теплофикацию, а ведь Москва – далеко не самый холодный регион страны. Таким образом, пространственная самоорганизация городских поселений проявляется в первую очередь в механизмах экономии топлива для отопления.

Системное сравнение общих параметров тепловой нагрузки столиц Северной Европы можно осуществить, воспользовавшись уже известной нам диаграммой «градусо-сутки – размер города». Расположение городов на типологической диаграмме (рис. 3.12-3.13) демонстрирует общую энергоклиматическую нагрузку, зоны предпочтительной централизации (децентрализации).

Проблему создания надёжного, устойчивого, эффективного энергообеспечения коммунально-технологических комплексов зачастую подменяют надуманными дилеммами подбора источников энер-

гии, настойчивой пропагандой автономности теплоэнергоснабжения, при этом активно ссылаясь на избранный зарубежный опыт. Как видно из приведенного анализа, климат, социально-экологические ограничения и ценовые параметры европейских стран определяют другую конфигурацию систем жизнеобеспечения, другую её роль в обеспечении жизнедеятельности населения.

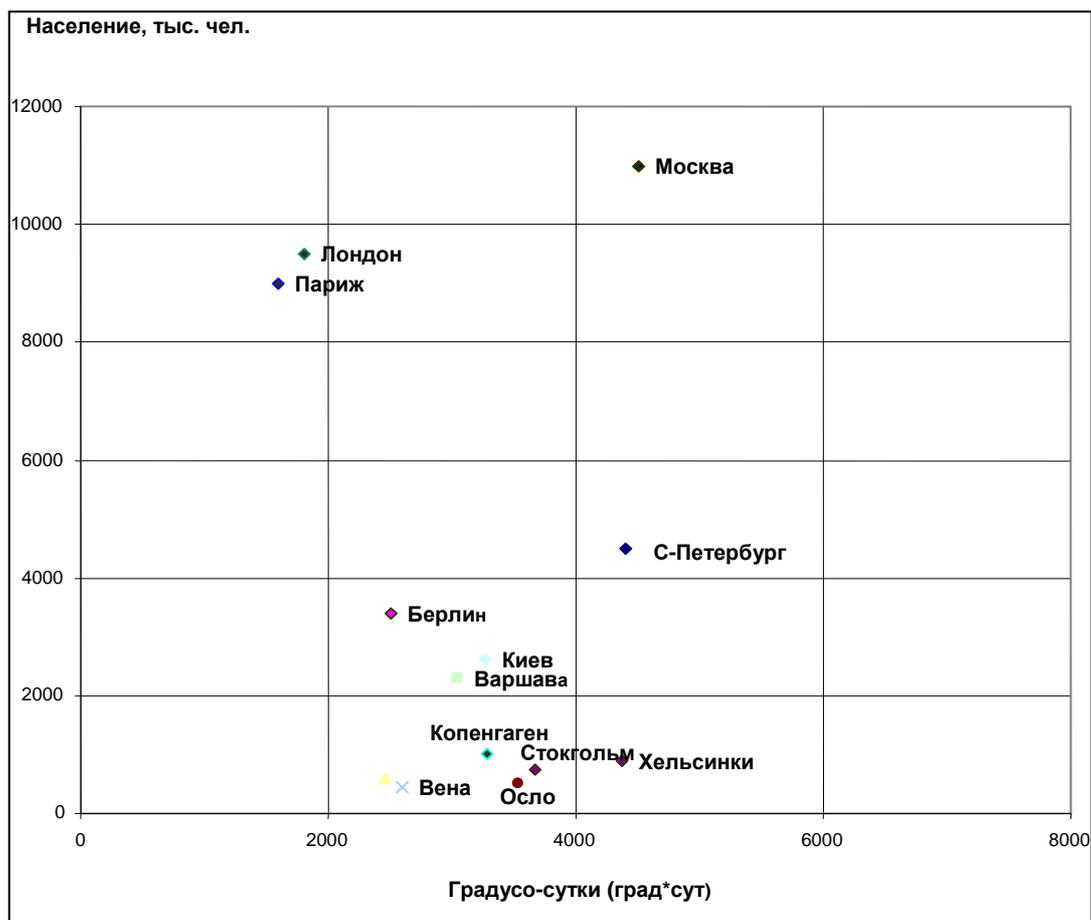


Рис. 3.12. Распределение столиц Северной Европы по численности населения и ГСОП

3.3. Механизмы инфраструктурной самоорганизации: анализ порогов энергоэффективности при росте городов

Какие еще механизмы определяют целесообразность дальнейшей концентрации населения в городах, кроме холодного климата? Коммунальность инфраструктур жизнеобеспечения на территории страны, как мы видим, была обусловлена в первую очередь задачами экономии ресурсов на преодоление факторов сопротивления среды, обеспечения общей надежности систем тепло- и водоснабжения в непростых климатических условиях. Отметим, что сопротивление среды – характеристика многокомпонентная, требующая учёта дополнительных факторов и природных условий.

Тенденция централизации расселения обусловлена не только климатическими условиями, она должна быть дополнена продуктивностью агрокомплекса, условиями рельефа и др. В ряде случаев кроме температурных параметров необходимо дополнительно анализировать ветровые нагрузки, влажность воздуха. Сочетание этих факторов может существенно ухудшать климатические параметры региона.

Типологический анализ эффективности и рациональной конфигурации систем жизнеобеспечения городов, таким образом, в первую очередь должен опираться на ключевые климатические параметры (градусо-сутки отопительного периода), размер населенного пункта, что определяет соответствующие плотности тепловых нагрузок. Экологические особенности территории также являются важным детерминирующим фактором выбора рациональной конфигурации систем теплоэнергоснабжения, основного и резервного топлива, привлечения нетрадиционных источников ТЭР.

Надежным инструментом типологической оценки важнейших особенностей и параметров территориальных энерготехнологических систем является диаграмма, в которой мы распределяем городские

РЭТС по двум ключевым типологическим параметрам: размеру города («людности») и градусо-суткам отопительного периода.

Распределение городов РФ⁴⁰ в пространстве «ГСОП – размер» на рис. 3.13 более точно показывает положение городов на пересечении его климатических параметров (градусо-сутки отопительного периода) и численности населения. Очевидно, что нахождение города в той или иной зоне диаграммы детерминирует базовые характеристики систем энергообеспечения, то есть определяет ее устойчивые типологические параметры.

Если проанализировать распределение городов на диаграммах «ГСОП – численность населения» по переписи 2002 г. (рис. 3.13) и в 1979 г. (рис. 3.14), то очевидно, что картина изменилась весьма незначительно. Города-миллионники несколько выросли в численности, но, тем не менее, новых мегаполисов не появилось, и в целом рост крупных городов, как уже отмечалось выше, существенно замедлился (см. рис. 3.2 и табл. 3.1-3.4), если не сказать – остановился.

Одной из главных причин замедления роста больших городов, как видно из анализа, являются высокие затраты на инженерное обустройство, снижение эффективности городских инфраструктур при росте городов свыше ~500 тыс. чел. Износ инженерных сетей, неразбериха с применением различных автономных источников энергии, тяжелая экологическая обстановка, транспортные перегрузки – все вместе свидетельствует о тупиковости сложившейся ситуации, чреватой кроме всего прочего авариями и экологическими бедствиями.

Кроме того, из диаграмм видно, что предельной численностью основной группы (ядра) городов, т.е. определённым максимально-оптимальным размером для условий российского климата является величина в 550-600 тыс. чел. Развитие городов сверх этого размера

⁴⁰ На диаграмме не показаны самые крупные мегаполисы страны: Москва и Санкт-Петербург

уже не даёт выигрыша по транспортной (табл. 3.10) или энергетической эффективности, требует вместе с тем существенного структурного развития «каркаса» города (включая системы жизнеобеспечения).

Таблица 3.10. Компактность и транспортная энергоэффективность городских поселений⁴¹

Уровень энергоэффективности городских систем	Радиус R, км	Линейная плотность, P тыс. чел/км	Плотность, D, чел/га	В_{эк}, кг у.т./чел.
Удовлетворительный	2-2,5	130-160	80-110	12-15
Допустимый	3-4	90-100	45-60	15-25
Неудовлетворительный	5-6	60-70	25-35	45-75
Недопустимый	свыше 6	менее 50	менее 20	свыше 100

Растущие города сталкиваются с ограничениями физического, технического и структурного характера – так называемыми порогами развития. Анализ этих ограничений делает возможным выявить их для каждого конкретного периода времени. Город первоначально возник как специфический вид пространственного окружения, противопоставляя себя окружающей среде. Повышенная компактность, плотность освоения, коммуникационная насыщенность городских пространств продиктована экономией затрат и нуждами обороны, являющимися, по всей видимости, определяющими характеристиками городов.

⁴¹ Бочаров Ю.П. Производство и пространственная организация городов. М., 1987

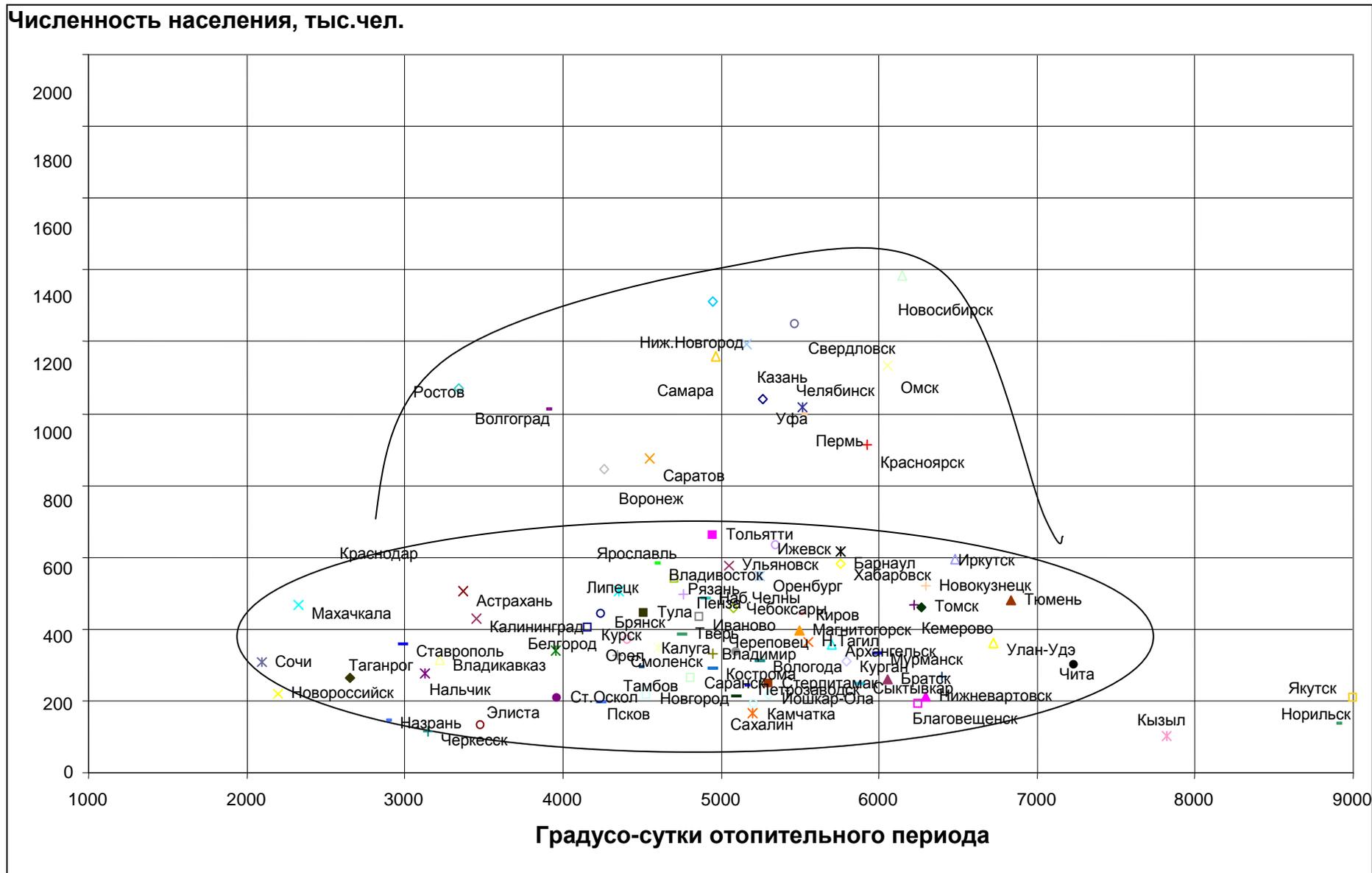


Рис. 3.13. Диаграмма распределения столиц регионов РФ по ГСОП и численности населения (2002 г.)

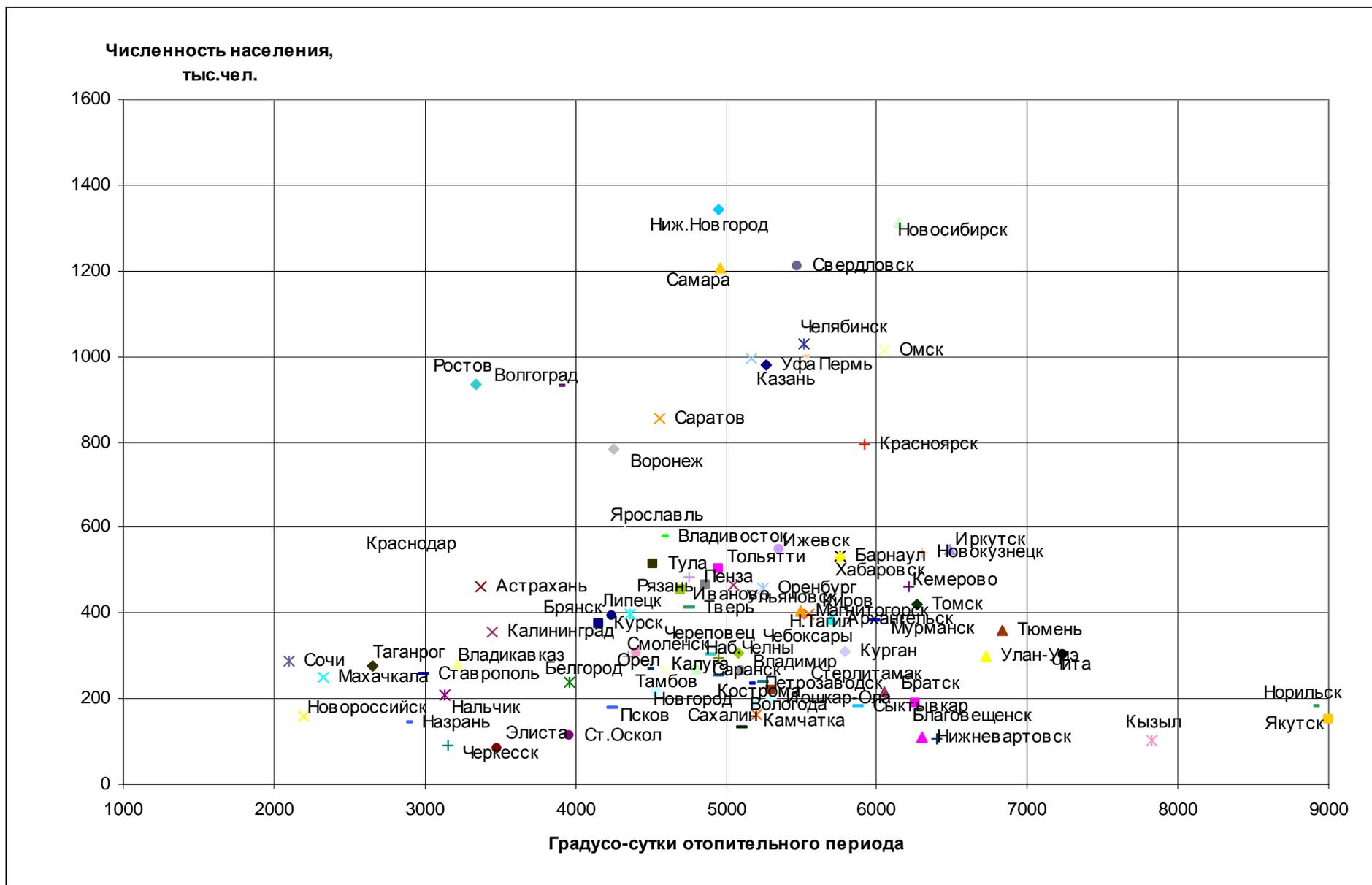


Рис. 3.14. Распределение городов по ГСОП и людности (численности населения) в 1979 г.

В частности, теория порогов или методы порогового анализа Б. Малиша⁸⁷ устанавливают взаимосвязи между количественными и качественными характеристиками этого процесса. Важнейшим необходимым условием и предпосылкой повышения эффективности энергоиспользования является пространственно-геометрическая компактность системы. Это связано в том числе и с тактикой сокращения транзакционных затрат, расходов на распределение ресурсов, оптимизацией грузопотоков. Степень реализуемости компактных схем и решений – это в какой-то степени соответствующие городской территории ограничения по важнейшему ресурсу развития – пространству.

Гипотезу о порогах инфраструктурной самоорганизации городов при росте численности подтверждает также распределение городов Украины в тех же типологических координатах «градусо-сутки – размер города» (рис. 3.15). После столицы – Киева, имеются 4 мегаполиса с миллионным населением, потом всего 3 города с численностью между 550-800 тыс. чел. Основная группа – это 38 городов численностью от 100 до 550 тыс. чел. Конечно, общий разброс климатических условий по территории Украины существенно меньше.

Практически все города республики располагаются в условиях не более 4000 градусо-суток. В достаточно комфортных климатических условиях тенденция к централизации городского расселения действует несколько в меньшей степени. В крупных городах с численностью свыше 300 тыс. чел. также функционируют ТЭЦ разной мощности.

В восточной части республики, где развита промышленность, зачастую города обеспечивались тепло- и электроэнергией от промышленных ТЭЦ металлургических и химических комбинатов. Важную инфраструктурную роль выполняют и действующие АЭС доста-

⁸⁷ Б. Малиш. Пороги развития городских агломераций. М., 1989.

точно большой мощности, расположенные вблизи крупных промышленных узлов страны.

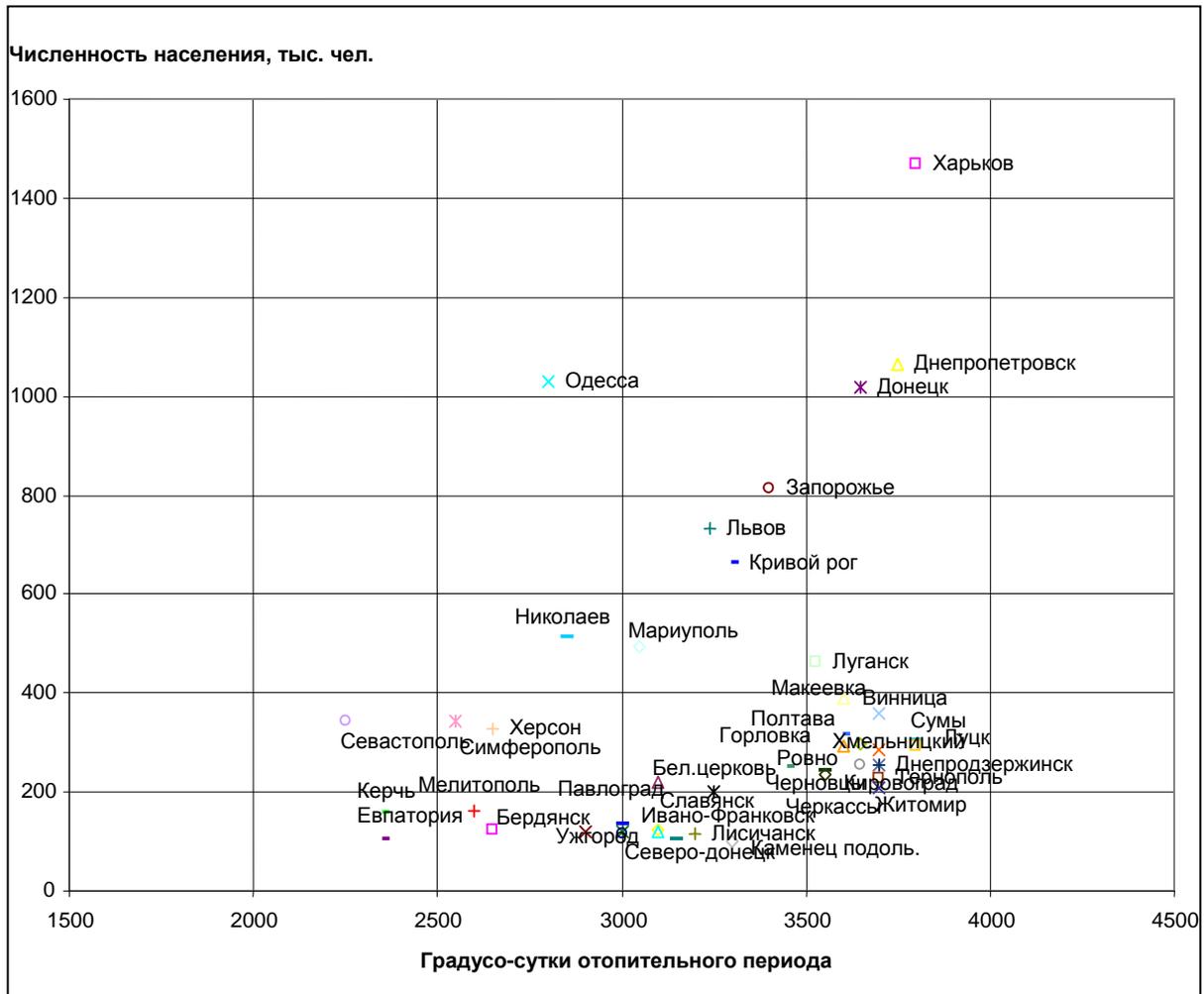


Рис. 3.15. Распределение городов Украины по численности и ГСОП (2002 г.)

Пространственная самоорганизация городских поселений проявляет как минимум две тенденции, два механизма экономии ресурсов – транспортный (табл. 3.7) и тепловой (топливный). Экономия тепловой энергии на отопление связана в первую очередь с пространственной концентрацией проживания, транспортная – с оптимальными коммуникациями в городе. Такие пороги повышения эффективности городских инфраструктур обусловлены в том числе и определенным типом самоорганизации сложного городского хозяйства.

Первый связан с концентрацией проживания (снижение удельных отопительных затрат) и значительным количеством зданий достаточно большого размера – с уровня 80-120 тыс. чел.

Второй – с повышением компактности проживания (снижение транспортных издержек) – с уровня 250-300 тыс. чел.

Третий – активное применение теплофикации (комбинированная выработка тепло- и электроэнергии) в крупных городах с численностью 450-500 тыс. чел. Рост численности городского населения свыше 550-600 тыс. чел. и далее (к мегаполису) требует особых инфраструктурных решений, которые позволили бы выйти на новый качественный уровень городского «каркаса». Такое эволюционное развитие инфраструктуры предопределяет этапы, когда она более восприимчива к инновационному развитию. Города, расположенные в разных секторах типологической диаграммы (рис. 3.13-3.15), требуют таким образом дифференцированных подходов к построению эффективных систем жизнеобеспечения.

3.4. Выводы

В третьей главе работы рассмотрена динамика общего и пространственного развития городских поселений с точки зрения взаимовлияния на схемно-технологические параметры соответствующих энерготехнологических систем. Процессы урбанизации были стремительными, количественный рост опережал качественное развитие городов, при этом активная урбанизация также затормозилась в середине 1970-х гг.

Проанализировано влияние климатических условий на процессы концентрации расселения в городах, отмечена существенная асимметрия расселения на территории страны. Асимметрия размещения горо-

дов и агломераций по территории страны обусловлена особенностями эволюции городских поселений в различных условиях сопротивления среды (транспортная доступность, суровость климатических условий и др.).

Как показывает анализ, после определенной величины дефицита тепла (~4000-4500 градусо-суток отопительного периода) отчетливо наблюдается тенденция концентрации (централизации) расселения. Динамика плотности населения и концентрация его в городах связана с разными моделями расселения, и, соответственно, разными типами энергообеспечения концентрированных и распределенных типов поселений. С помощью специальной типологической диаграммы «градусо-сутки – численность населения» отмечены пороги энергоэффективности при достижении численности города ориентировочно в 100, 300, 500 тыс. чел.

Таким образом, территориальная самоорганизация систем городов и населенных мест есть проявление наиболее оптимальной стратегии преодоления сопротивления среды, а эволюция инфраструктур жизнеобеспечения – структурная перестройка систем в соответствии с наиболее рациональным способом обеспечения жизненно необходимых потребностей социума.

4. АНАЛИЗ ИЗМЕНЕНИЙ РАСЧЕТНЫХ УСЛОВИЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ РЕГИОНАЛЬНЫХ ЭНЕРГО- ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СИСТЕМ ГОРОДОВ И ПРОМУЗЛОВ

4.1. Особенности роста распределенных энерготехнологических систем городов, недостатки качественного развития и их влияние на расчетную эффективность региональных энерготехнологических систем

Сбалансированное развитие городов и соответствующих энергетических инфраструктур жизнеобеспечения за все время жизненного цикла – это, как видно из предыдущего анализа, непростой процесс, требующий разностороннего анализа этого соответствия. Уже не вызывает сомнений тот факт, что каждой из используемых в настоящее время систем теплоснабжения соответствуют свои условия, при которых она является оптимальной. Эти условия в основном определяются концентрациями и плотностями тепловых нагрузок. Оба эти показателя, даже для существующих узлов теплопотребления, со временем значительно изменяются. Вследствие этого используемые в настоящее время системы теплоснабжения во многих случаях морально устаревают и не соответствуют вновь образованным условиям.

Условия функционирования СЦТ в разных городах и регионах страны различаются настолько значительно, что в ряде случаев картина меняется качественно (как по источникам, так и непосредственно по сетевым структурам). Территориальные различия в ряде случаев довольно сложно систематизировать по определенным статистическим показателям. Разветвлённость и существенная территориальная распределённость сетей, наличие и конфигурация разнородных потребителей, располагающихся в разных климатических условиях на разных структурно-территориальных уровнях, различные схемно-

параметрические решения, предопределяет уникальность всей конфигурации в целом (табл. 4.1).

Ключевые особенности создания и развития распределённых систем теплоэнергоснабжения городов обуславливают технические последствия функционирования всего комплекса, сопутствующие факторы снижения расчетной эффективности. Повышение доли централизованного теплоснабжения в крупных городах привело к возникновению проблемы существенного осложнения центрального регулирования всего комплекса потребителей теплоты разного потенциала. Увязка потребителей с общим режимом работы источника и сети – сложная задача, и тем более сложная, чем больше потребителей обслуживает система теплоснабжения.

Значительное количество факторов повлияли на сегодняшнюю ситуацию с функционированием систем теплоснабжения. Все это привело к существенным отклонениям режимов эксплуатации от расчетных, что наблюдается во многих регионах страны. Вместе с тем, расчетные удельные нагрузки ряда городов, на основе которых строятся долгосрочные прогнозы развития энергетических мощностей городов и регионов, как видно из рис. 4.1, если и несколько зависят от климатических параметров, то имеют необъяснимый разброс параметров и полную нестыковку с фактическими значениями.

Если модернизация ТЭЦ, как уже отмечалось выше, была связана с новыми параметрами пара, совершенствованием турбоагрегатов, то развитие систем транспорта и распределения существенно отставало от общего роста масштабов и сложности централизованных систем теплоснабжения. Присоединение новых районных котельных также производилось по самым разным схемам, в зависимости от ситуации с водой в регионе и ряда других факторов. Есть города и регионы, где до сих пор работают безнадежно устаревшие ТЭЦ малой мощности с агрегатами полувековой давности.

Таблица 4.1. Особенности функционирования распределённых систем централизованного теплоснабжения СЦТ

Ключевые технологические особенности территориально распределённых СЦТ	Факторы снижения эффективности систем теплоснабжения	Методические последствия уникальности ситуации распределённых СЦТ
Общая технологическая целостность системы, общий теплоноситель в системе	Активное влияние потребителей на режимы работы сети	Применение индивидуального регулирования (по домам, квартирам) без согласования по контурам может привести и к увеличению дисбалансов
Наличие разнофункционального и многофункционального оборудования на разных уровнях системы ⁸⁸	Износ магистральных и распределительных сетей (изоляция)	Наличие разнородных потребителей энергоресурсов определяет уникальные графики и режимы энергоиспользования
Различное техническое состояние участков и элементов СЦТ	Несбалансированность гидравлических режимов по разным участкам СЦТ	Поэтапное согласование режимов (балансов) от первичных потребителей к укрупненным и системе в целом
Совмещение стационарных, нестационарных, переходных режимов работы оборудования	Зашлакованность теплопроводов и отопительных приборов, слабый сток тепла отопительными приборами зданий	Частные оптимизационные решения и агрегаты не выправят ситуацию в целом по всей системе
Разные степени задержки (транспорта) по тепловым и гидравлическим контурам	Отсутствие современных контрольно-измерительных приборов на базовых участках сети	Нахождение главных резервов и потенциалов энергосбережения является задачей многофакторного анализа

⁸⁸ Если для зданий и агрегатов можно выявить общие подходы и методические принципы унификации подходов оценки энергоэффективности, то разветвленность и существенная территориальная распределённость сетей, наличие и конфигурация разнородных потребителей, располагающихся в разных климатических условиях на разных структурно-территориальных уровнях, различные схемно-параметрические решения, предопределяют уникальность всей конфигурации в целом.

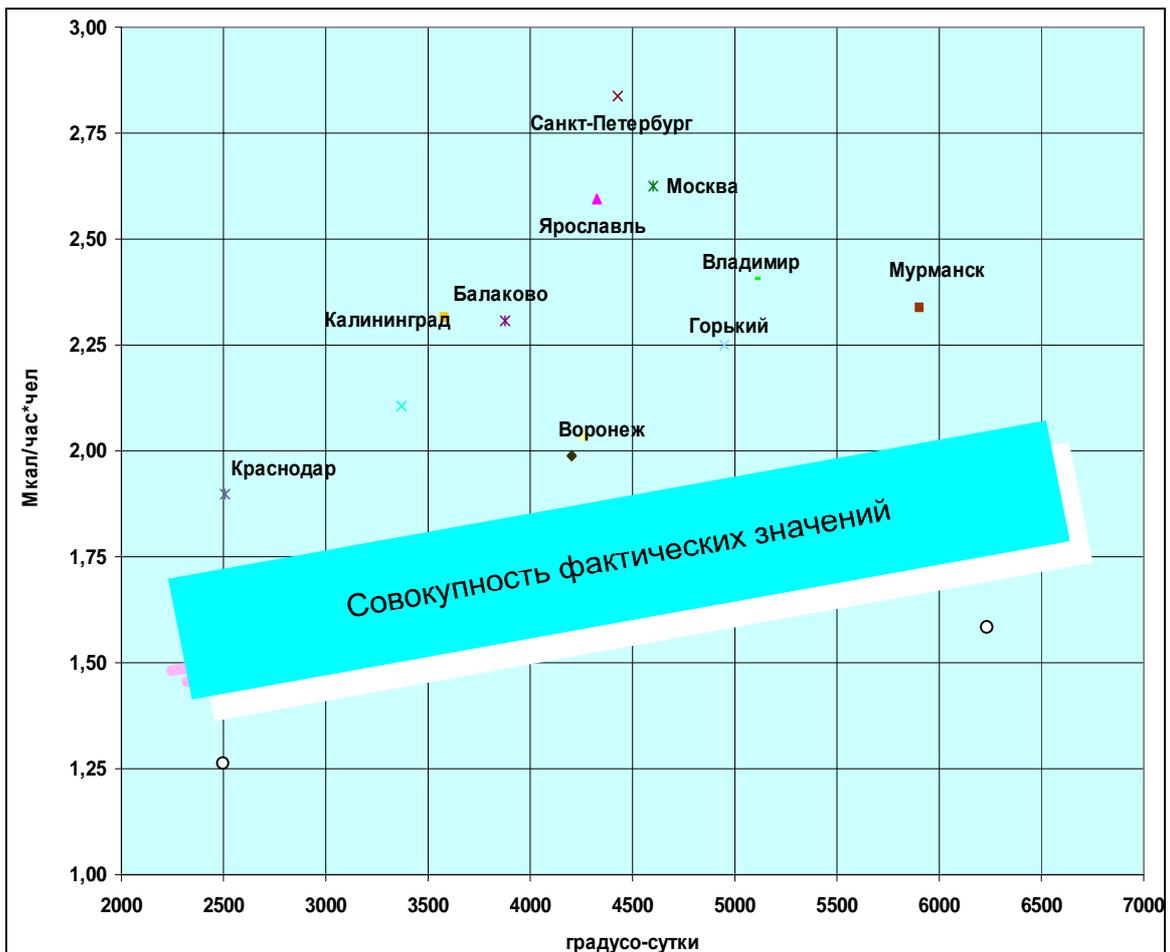


Рис. 4.1. Удельная расчетная бытовая тепловая нагрузка на 1 чел.

В связи с этим значительную часть тепловой нагрузки берут на себя муниципальные, ведомственные котельные, иногда промышленные ТЭЦ. Нарастание систем централизованного теплоснабжения происходило в последнее время практически только за счет присоединения новых зданий и микрорайонов с распределительными сетями.

Инфраструктурная реконструкция тепловых магистралей проводилась крайне недостаточно: из этого вытекает необходимость рассматривать структуру источников тепла в динамическом развитии: то есть источники тепла должны в какой-то степени рассматриваться как временные, с постепенной заменой одних, модернизации и реконструкцией других, изменением режимов функционирования. Вместе с тем динамика развития комплекса централизованного теплоснабжения несколько различается по электрической и тепловой составляющей.

Если электрическая мощность ТЭЦ выросла за 1950-1975 гг. в 12 раз, то тепловая – только в 9 раз⁸⁹. Отставание сооружения тепловых сетей от источников в большей степени касалось именно коммунальной нагрузки с необходимостью распределённых сетей к ЦТП и зданиям. Поскольку распределённость сетей для промышленных потребителей требовалась существенно меньшая, промышленная теплофикация еще и по этой причине развивалась интенсивней. К примеру, если в среднем по стране в середине 1970-х гг. ТЭЦ обеспечивали ~42% годового теплопотребления всех городских поселений, на Урале эта цифра выростала до 47%, в Поволжье – до 56%, а в Восточной Сибири – до 63%.

Потребление тепловой энергии на нужды отопления, горячего водоснабжения в коммунальном комплексе большинства регионов РФ почти на порядок превосходит потребление электрической энергии (в условном топливе). В отличие от электропотребления, тепловое потребление в течение отопительного сезона сильно (в 5-6 раз) варьируется в связи с климатическими условиями. Согласование режимов генерации и потребления осуществляется различными технологически приемами как на стороне энергоисточников, так и у потребителей. В свою очередь сама сеть может (и должна) иметь возможности такового регулирования в определенных диапазонах тепловой нагрузки.

Напомним, что промышленная нагрузка в силу значительного более ровного графика нагрузки требовала существенно меньших пиковых мощностей (кроме этого, пиковую нагрузку зачастую покрывали утилизационные установки, агрегаты промышленных ТЭЦ). В то время как разница в летнем и зимнем теплопотреблении городов составляет 2,5-3,5 раза, что одновременно ведет как к летней недогрузке основного оборудования, так и к необходимости строительства значительных пиковых мощностей. Соответственно, сетевое хо-

⁸⁹ Протяженность тепловых сетей за период 1960-1975 гг. выросла в среднем в 5 раз.

зайство (диаметры трубопроводов, мощности насосных станций) также проектировалось на максимальные тепловые нагрузки.

Широкомасштабное жилищное строительство в 1955-1965 гг. позволило поднять долю горячего водоснабжения (ГВС) до 10-12% (и далее до 14-15%), увеличив время загрузки соответствующих отборов турбин с 2200-2500 ч до 3500-3700 ч и более. Основные причины недостаточной системной эффективности ТЭЦ как части системы централизованного теплоснабжения (табл. 4.2): существенное расхождение расчетных и фактических нагрузок (~48%); отставание магистральных и распределительных тепловых сетей (~33%); недостаточность пиковых агрегатов (~17%).

**Таблица 4.2. Масштабы недоиспользования мощности ТЭЦ
(Я.И. Ковылянский, 2001)**

Основные влияющие факторы	Количество ТЭЦ	Q _{проектн} , Гкал/ч	Q _{недозагр} , Гкал/ч	% недо-загрузки
Отставание потребностей и ошибочное завышение проектных нагрузок	47	40093	14258	35,6%
Отставание строительства магистральных и распределительных сетей	32	23272	8675	41,5%
Отсутствие или недостаток пиковой мощности	29	17479	4900	28%
Несоответствие мощности пиковых водогрейных котлов номинальной при работе на мазуте	25	8120	800-1200	10-12%

Существенные искажения оптимальных режимов территориально-распределённых систем теплоснабжения свидетельствуют в том числе о невозможности полного соответствия подачи тепловой энергии и её потребления без сочетания централизованного и распределённого регулирования теплоснабжения. Распределённая система

теплообеспечения функционально обеспечивает приемлемую доставку энергоносителей разного потенциала тысячам потребителей, и задача эффективно сочетать это с регулированием функционально не предусматривалась.

Разнокачественность теплотехнических характеристик зданий, произвольным образом распределенных по территории, накладывает на разнородность климатических характеристик и параметров, и приводит к совершенно уникальной картине потребления ресурсов коммунальным комплексом. Для сокращения, устранения или активного использования дисбалансов ТЭР необходимо иметь соответствующие элементы распределенного регулирования и управления потреблением ресурсов в распределенных элементах.

Осуществлять же приемлемое балансовое регулирование только централизованным образом практически невозможно, а применение частных решений регулирования может привести к ухудшению ситуации в соседних элементах и во всей системе в целом. Именно минимизация, или управление возникающими дисбалансами является важнейшей предпосылкой устойчивой, надежной работы всей системы.

В первую очередь для этого необходимо оценить «разнокачественность» зданий по теплотехническим и иным параметрам, ввести их типологические характеристики, позволяющие оценивать их диссипативные параметры в разных условиях. В условиях выявленных значительных дисбалансов фактические значения полученной зданиями теплоэнергии резко отличаются от нормативных значений и существующие методические подходы расчета и коррекции теплопотребления (табл. 4.3) дают весьма значительные погрешности расчета. Существующие методы и методики анализа предполагают учет общих сетевых потерь, определяемых установленным образом, и разнесение доли потерь на всех потребителей.

Таблица 4.3. Методические особенности и различия построения балансов коммунальных систем теплообеспечения

Методические подходы	Определение диссипационной составляющей баланса (нагрузки)	Определение и коррекция генерационной составляющей	Учет сопутствующих потерь
I. Подход коммунальных служб («снизу» от зданий)	$Q = q V (T_{\text{вн}} - T_{\text{нар}}),$ где q – по паспорту здания	Коррекция по градусо – месяцам отопительного периода	Потери добавляются с помощью нормативных коэффициентов
II. Балансовый подход энергосистемы («сверху» от источника)	$Q_{AB} = Q_3 \times \frac{(Q_{\text{ОБЩ}} - Q_{\text{П}} - Q_{\text{ГВС}} - Q_{\text{И}})}{Q_1 \times T}$	Посредством коррекции температурного графика теплосети (не всегда по потребностям зданий)	Потери «проставляются» в формуле по значениям, определенным актами Госэнергонадзора* ⁹⁰
III. Функциональный подход	$Q = q V (T_{\text{вн}} - T_{\text{нар}}),$ где $q = F / (V_{\text{огр}} * R_{\text{огр}})$ корректируется по фактическим параметрам здания	Коррекция осуществляется по реальным значениям теплопотерь зданий ($R_{\text{огр}}$)	Потери энергии в распределительных сетях определяются как разница отпущенной и реально полученной энергии

⁹⁰ Использование конкретных значений теплопотерь в сетях теплоснабжающей организации и потерь в сетях абонентах заложено и в договорные документы купли-продажи тепловой энергии, но и в этих документах не указаны никакие значения потерь. Таким образом, использование более точной на первый взгляд инженерной методики не дает никаких преимуществ потребителям, чьи сети находятся в более приемлемом состоянии, то есть не стимулирует проведение мероприятий по энергосбережению на сетях любой балансовой принадлежности, что является неотъемлемым требованием Федерального и регионального Законодательства в области энергосбережения.

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, вне привязки к фактическим диссипативным свойствам потребителей.

Очевидно, что распределение тепловых потерь на потребителей по балансовой методике II типа является более точным только в случае наличия в формулах расчета фактического количества потребленной теплоты обозначенных значений потерь в общих сетях для всех абонентов, закрепленных соответствующими актами в установленном законом порядке. В случаях, когда при расчетах вместо этих потерь в формулах «проставляются» нулевые значения, вся предусмотренная первоначальная методическая точность сводится «на нет». Кроме того, абоненты, имеющие приборы учета, согласно этой методике, поставлены в более привилегированное положение, так как они не оплачивают никакие транзитные потери, а все потери в этом случае «размазываются» на всех остальных потребителей.

Расхождения между фактическими (функциональный подход) и балансовыми оценками поставок тепловой энергии за три месяца отопительного периода для Центрального округа г. Москвы представлены на рис. 4.2. очевидно, что масштаб расхождений весьма велик (финансовая разница в оплате достигает десятков млн. рублей в год).

Функциональный подход ставит задачу дать ясное представление об эффективности каждого компонента: источников, сетей, и потребителей тепловой энергии. Начинать эту работу необходимо на основе составления и оптимизации энергетических балансов системы, идя «снизу вверх», от зданий к микрорайонам, от ЦТП к магистралям и теплоисточникам (табл. 4.4).

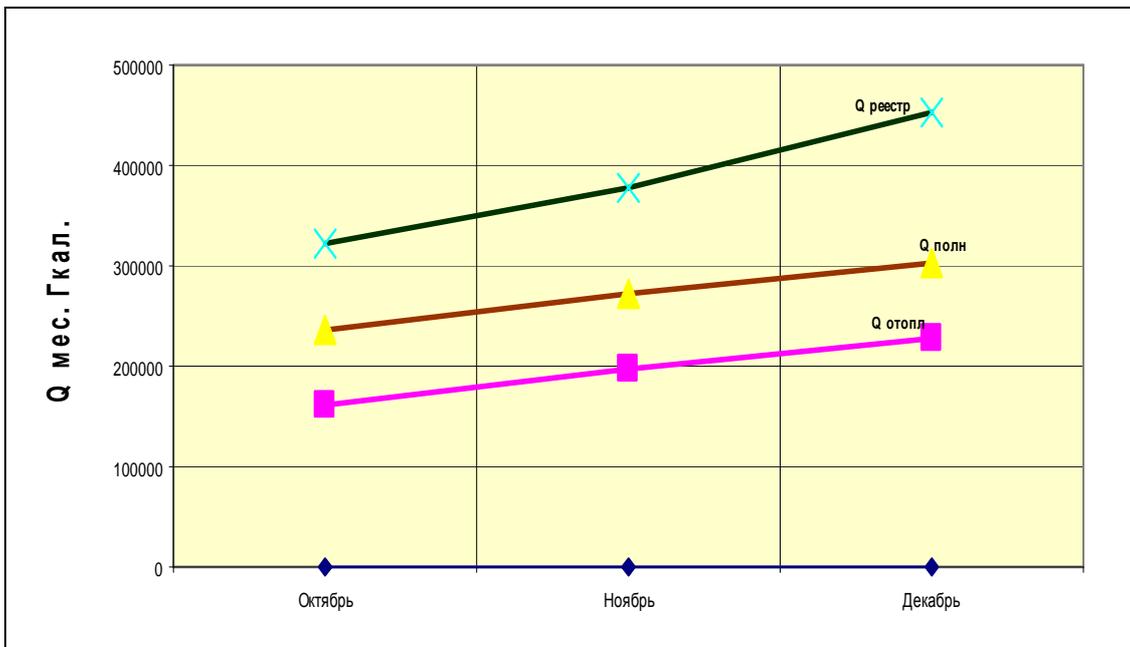


Рис. 4.2. Расхождения между фактическим ($Q_{полн}$) и расчетными поставками тепловой энергии ($Q_{реестр}$)

Таблица 4.4. Этапы и методические особенности функционального анализа распределенных систем теплоснабжения

Общие задачи анализа систем теплоснабжения	Методологические принципы учета распределенности ЦТ
Анализ схемы присоединения абонентских систем, поиск и сокращение потерь энергии	Сопоставление потерь энергии у абонентов, потерь теплотрасс, распределительных сетей
Составление баланса теплоносителя, теплоты, определение общих характеристик	Поэтапное составление балансов по всем абонентам, «снизу вверх», по замкнутым контурам ЦТП к магистралям сети
Уточнение нагрузок и количества отпущенного тепла абонентам	Распределение отпущенного балансового количества тепловой энергии на всех потребителей пропорционально номинальной нагрузке
Оптимизация гидравлических характеристик и режимов работы сети, подбор насосов	Расчет гидравлических сопротивлений и потокораспределения от замкнутых (полузамкнутых) контуров ко всей сети
Рационализация схемы и режимов системы регулирования тепловой нагрузки	Вычленение графиков нагрузки по замкнутым контурам и блокам с определением оптимального состава и режимов агрегатов

Для поэтапного решения задач, обозначенных выше, необходимо выявить возможности и преимущества типологизации потребителей, оценить взаимовлияние энерготехнологических систем друг на друга. Результаты обработки и анализа результатов экспериментальных данных с элементами их типологизации приведены в следующих параграфах. Кроме этого, проведен комплексный анализ факторов изменения расчетных режимов функционирования систем теплоэнергоснабжения городов.

4.2. Комплекс системных изменений условий функционирования систем теплоэнергоснабжения, потери инфраструктурных преимуществ энерготехнологических систем

Расчетная эффективность системы обусловлена как оптимальными режимами составляющих ее элементов, так во многом и общесистемными факторами – структурой, составом, особенностями размещения в пространстве, типом взаимодействия элементов. В первых главах работы подробно показано, что РЭС развивались в соответствии с логикой пространственного освоения страны с помощью создания и расширения ТПК (ЭПЦ) как узловых элементов энергетических инфраструктур СССР.

Это давало весьма существенные (не до конца оцененные в настоящем) инфраструктурные и ресурсные преимущества на источниках (экономия топлива за счет комбинированной выработки тепла и электроэнергии), в сетях (экономия капитальных затрат), у потребителей (невысокие тарифы за счет снижения общесистемных издержек), в экологической обстановке городов и др. Безусловно, системы в ряде случаев не достигали полной расчетной эффективности по ряду причин, рассмотренных в начале главы, в результате усиливающихся

взаимодействий элементов. Тем не менее, именно такие системные преимущества позволили обеспечить надежным теплоснабжением постоянно растущий промышленный комплекс страны и выросший на порядок за 20 лет жилой фонд⁹¹, осуществить важный для государства этап освоения территорий Восточной Сибири.

Можно сказать, что в основе всеобъемлющего и массового кризиса систем жизнеобеспечения (тепло-, водоснабжения) страны лежит целый комплекс причин, главные из которых не удорожание топлива, износ основных фондов, а существенное изменение расчетных условий эксплуатации систем, графика тепловых нагрузок, функционального состава оборудования, потеря накопленных инфраструктурных преимуществ.

На уровне региональных комплексов – это радикальное изменение графиков тепловой и электрической нагрузки в результате падения промышленного производства и сопутствующая потеря экономии топлива от промышленной теплофикации. В результате значительное число турбин с промышленными отборами (и турбин типа Р) оказались без загрузки и перешли в неэффективные конденсационные режимы работы, или были остановлены. Если раньше пиковые значения и характер графиков нагрузки определялся работой промышленности, то в настоящее время в большинстве крупных городов он в гораздо большей степени зависит от коммунально-бытовой сферы и сектора торговли и услуг.

Помимо существенного изменения режимных характеристик всего комплекса (источники, магистральные и распределительные сети), это также существенно меняет состав и номенклатуру необходимого для покрытия измененной нагрузки оборудования, делает более

⁹¹ Рост жилого фонда был стремительным: если за предвоенный период было введено в действие 127,9 млн м² общей площади жилья, то за период 1956-1975 гг. было построено в 10 раз больше, т.е. 1284,2 млн м².

значимым и актуальным использование различного рода пикового, аккумулирующего оборудования.

На уровне метасистемы – комплекса всех региональных систем теплоэнергоснабжения, изменения также были более чем существенны. Значительная доля промкомплекса и сопутствующих энергоисточников (как видно из рис. 4.3, это около 30-35% суммарного энергопотребления) после распада СССР оказалась вне России. Значительное число мощных энергообъектов, энергомашиностроительных заводов, инфраструктурных объектов, вспомогательных производств оказались на территории соседних государств (Казахстана, Украины, Беларуси и др.). Соответствующие разрывы технологических связей и систем энерго-, топливоснабжения послужили дополнительным фактором ухудшения условий функционирования систем жизнеобеспечения.

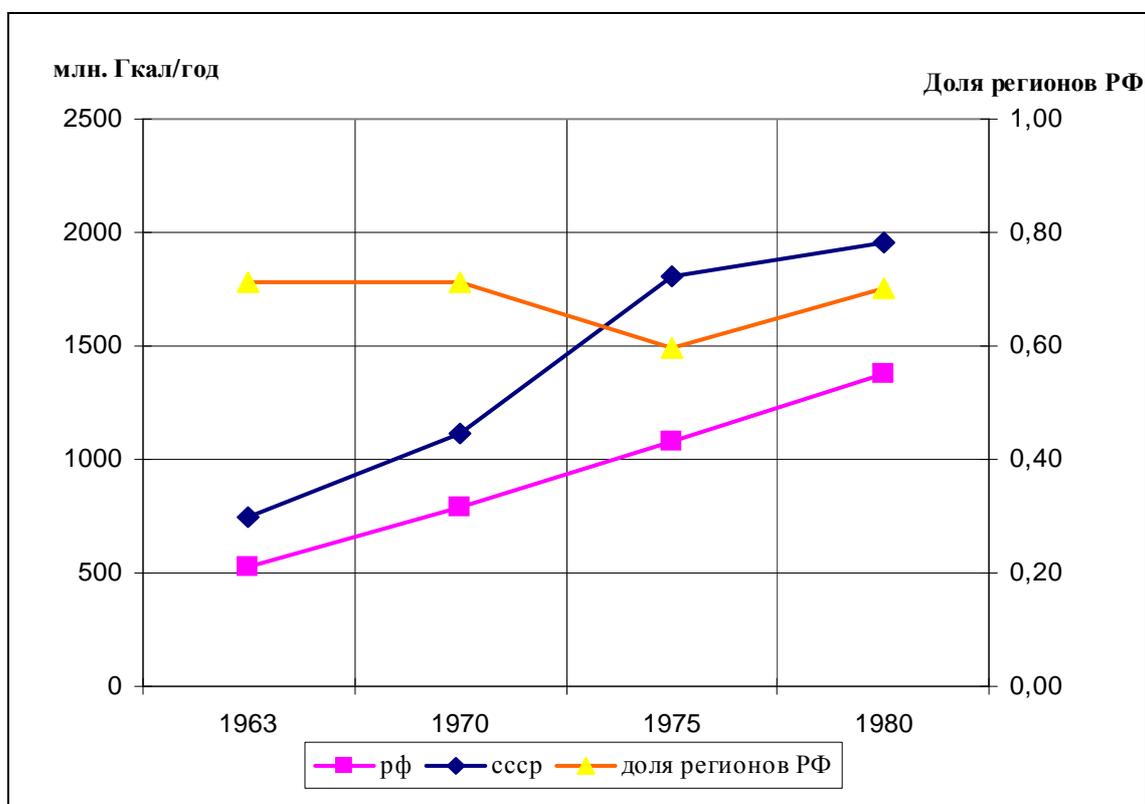


Рис. 4.3. Суммарное теплотребление регионами РФ и СССР в целом

На рис. 4.4 наглядно видно падение уставленной мощности турбоагрегатов тепловых станций общего пользования и ТЭЦ.

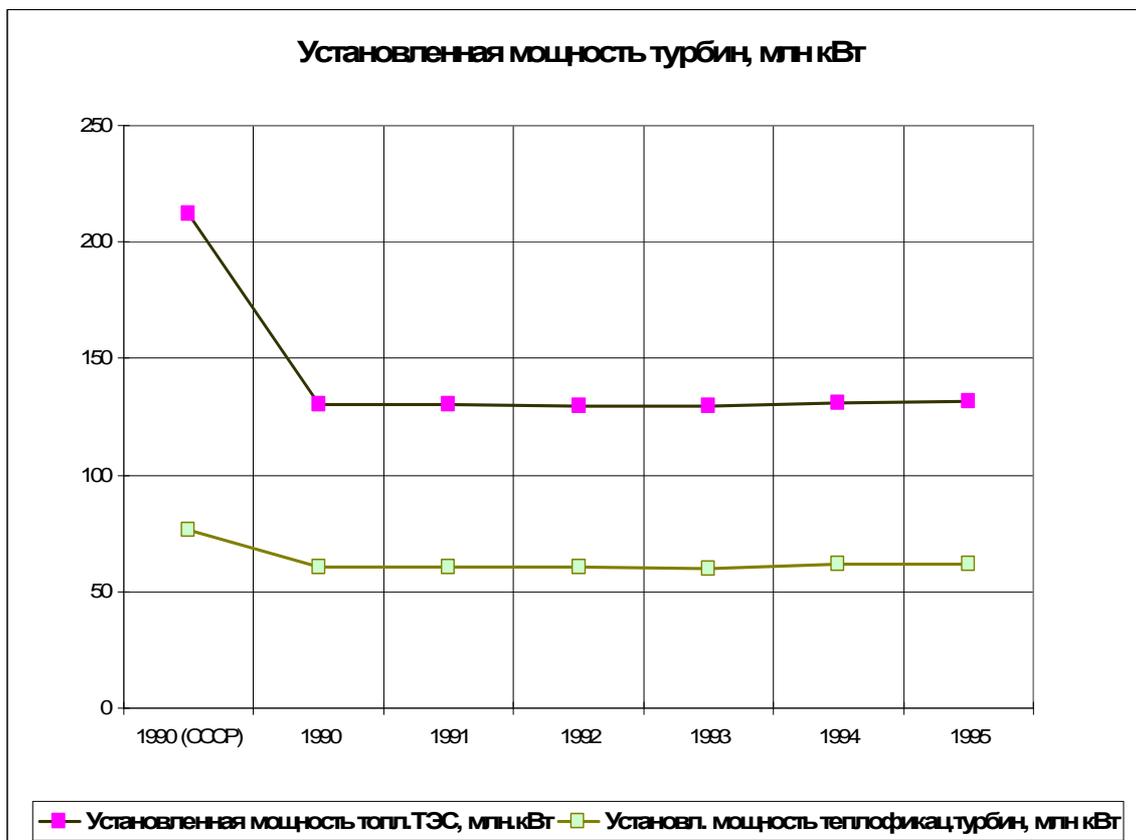


Рис. 4.4. Динамика установленной мощности турбоагрегатов ТЭС общего пользования и ТЭЦ на рубеже 1990-1995 гг.

График на рис. 4.4 наглядно свидетельствует, что на территории РФ в процентном соотношении осталось больше мощностей ТЭЦ, чем ТЭС (ГРЭС). Это связано в первую очередь с более суровыми условиями большинства регионов России по сравнению с остальными бывшими союзными республиками. Соответственно, значительно больше (на 37% против 21%) «просела» выработка электроэнергии именно на конденсационных тепловых электростанциях (рис. 4.5). Россия была вынуждена сохранять мощности ТЭЦ, так как они являются ключевым элементом систем жизнеобеспечения подавляющего большинства населения.

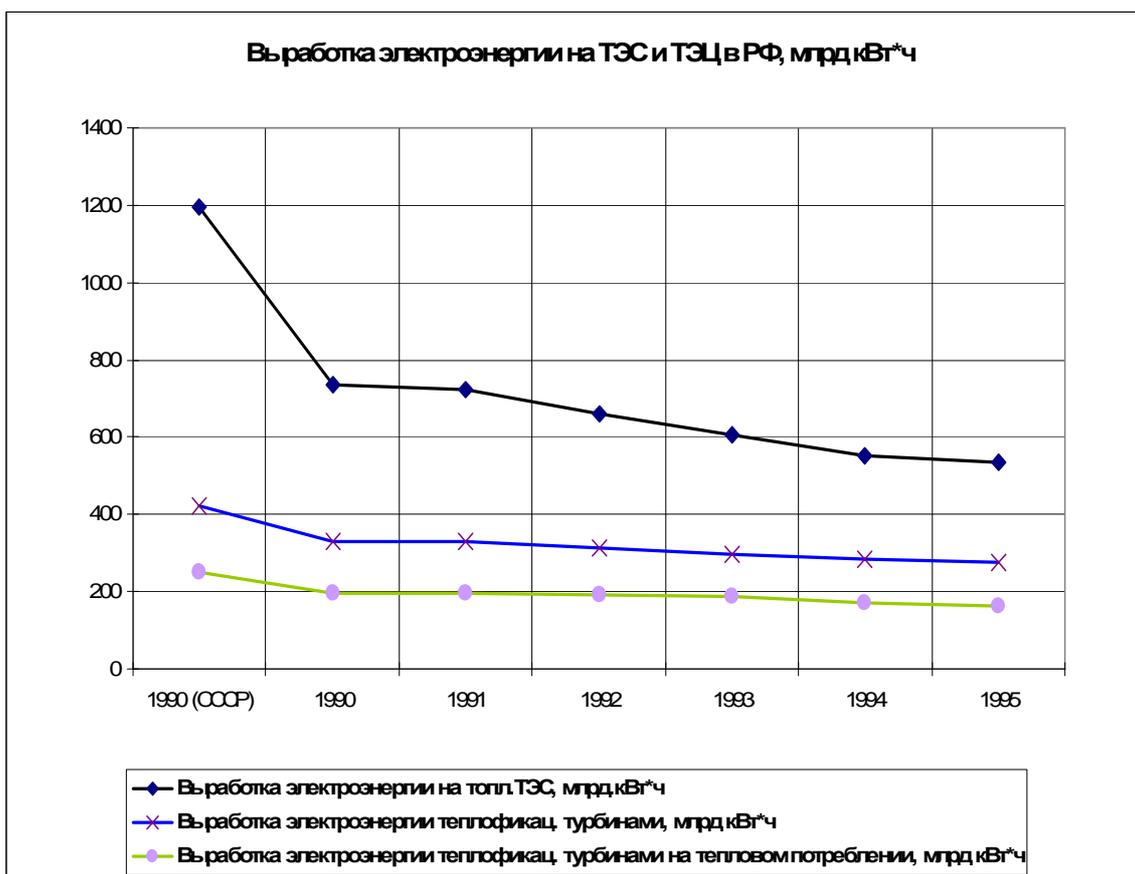


Рис. 4.5. Динамика падения выработки электроэнергии на ТЭС общего пользования и на ТЭЦ на рубеже 1990-1995 гг.

Вместе с тем, хотя установленная мощность ТЭЦ на территории РФ в 1991-1995 гг. практически не изменялась (рис. 4.4), выработка электроэнергии на ТЭЦ за это время упала на 18% (рис. 4.5), а тепловой энергии – на 25%.

Также за эти пять лет значительно (около 27%) снизилась общая выработка электроэнергии на конденсационных теплоэлектростанциях РФ.

Основные факторы изменений внешних условий можно условно разделить на несколько групп, которые отражены в табл.4.5. Как видно, изменения затронули все сектора РЭС: источники, распределительные сети, потребителей. При этом существенно выросла роль взаимовлияния элементов РЭС друг на друга (в особенности потребителей тепловой энергии).

Таблица 4.5. Основные факторы снижения расчетной эффективности и надежности интегрированных систем теплоэнергоснабжения

Блоки факторов	Содержание
Резкое изменение расчетных условий функционирования	Резкое сокращение промышленного теплопотребления
	Отставание ввода в строй источников и сетей по сравнению с потребителями
Изменение экономических условий хозяйствования	Разделение интегрированных систем на экономически независимые субъекты
	Рост цен на топливо, комплектующие
	Нехватка средств на амортизацию и реконструкцию сетей, источников
Организационно-информационные факторы	Нехватка квалифицированных кадров коммунальной энергетики
	Отставание освоения современных систем учета и мониторинга
Институциональные факторы	Ухудшение координации действий всех звеньев систем теплоэнергоснабжения
	Изменение правил расчета, оценки эффективности, экономического стимулирования

Если сопоставлять системные изменения общей тепловой нагрузки (и её структуры) систем теплоснабжения, необходимо обратить внимание на совместное действие нескольких факторов:

- сокращение территории страны на 30% (а так называемой эффективной территории – практически вдвое);
- соответствующее сокращение численности населения на 46%;
- резкое падение совокупной тепловой нагрузки в связи с промышленным кризисом и стагнацией;
- падение загрузки основного турбинного оборудования ТЭЦ и показателей эффективности их работы;
- износ основного и вспомогательного энергетического оборудования, тепловых сетей.

Как видно из рис. 4.6, при уходе бывших республик СССР после 1991 г., население страны уменьшается на 45-46%, при этом если большинство населения СССР (свыше 60%) проживало с климатической зоне с ГСОП=3000-4000, то в границах современной РФ большинство населения (72%) проживает при гораздо более неблагоприятных условиях с ГСОП=4000-6000.

Это привело к росту доли пиковых и полупиковых режимов оборудования энергоисточников. Преобладание промышленной нагрузки ТЭЦ, превышающей отопительную нагрузку практически вдвое, во многом сглаживало сезонные пики коммунального теплопотребления городов.

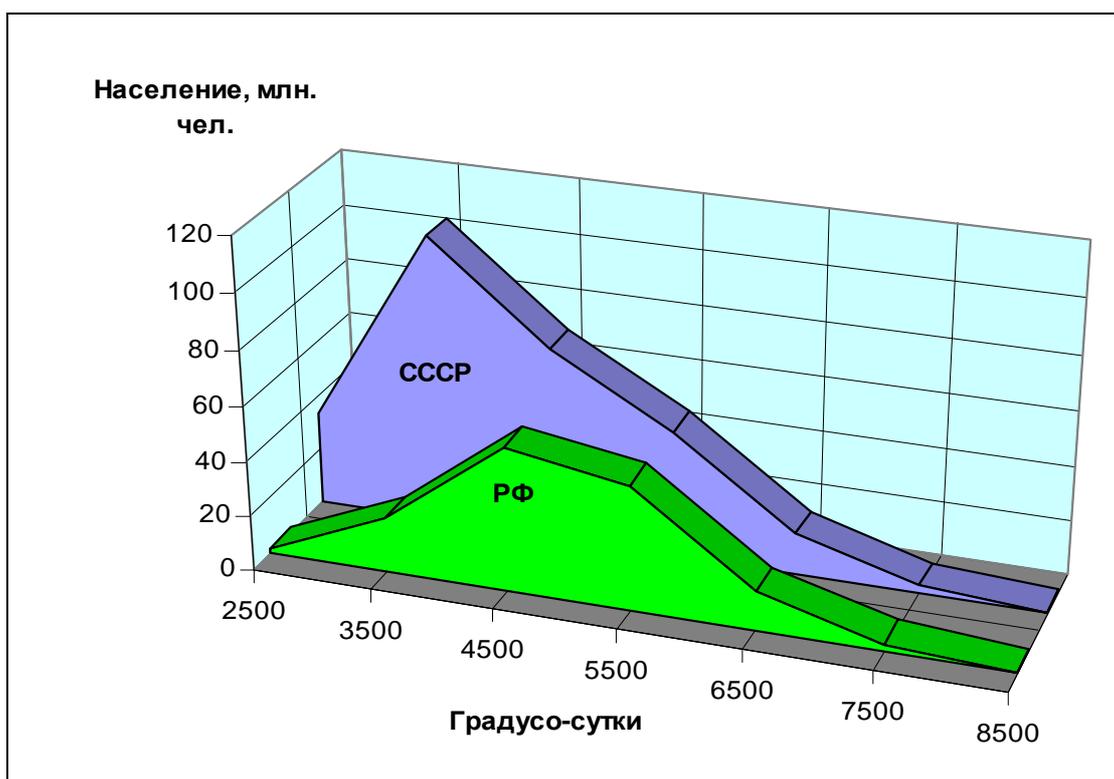


Рис. 4.6. Распределение населения СССР и РФ по ГСОП

Резкое сокращение промышленного теплопотребления привело к переизбытку централизованных мощностей при возрастании роли именно пиковых источников и агрегатов. Проблема стоит острее именно в крупных городах с высокой долей промышленного энерго-

потребления, в небольших городах система легче выходит на расчетные параметры, но сталкивается с экономическими проблемами и износом сетевого хозяйства.

Из графика на рис. 4.7 видно, что превышение промышленной нагрузки над коммунальной практически не связано с размером городов. Наибольшее падение промышленной нагрузки было связано с падением производства в машиностроении, обрабатывающих отраслях страны, снижением доли ВПК (Пермь, Нижний Новгород, Волгоград, Воронеж), закрытием ряда производств в горнодобывающих регионах (Воркута). В ряде случаев остановка промышленных предприятий дополнительно приводит и к депопуляции, еще больше сокращая тепловые нагрузки.

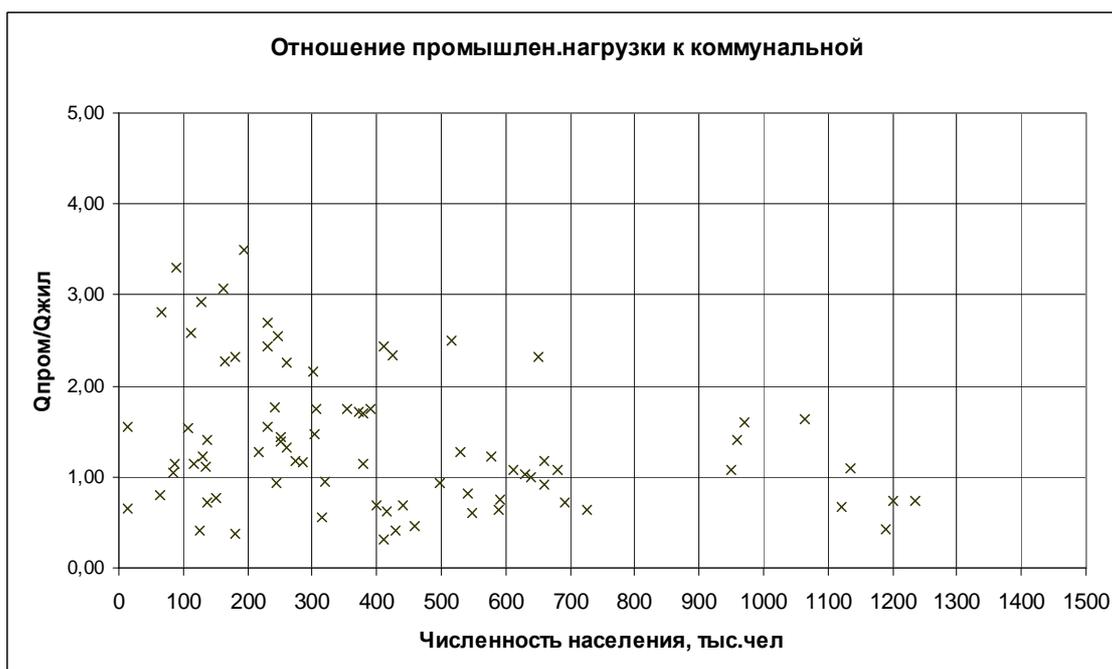


Рис. 4.7. Отношение промышленной тепловой нагрузки к коммунально-бытовой для городов с различной численностью населения

Даже в крупных городах в связи с резко выросшей стоимостью тепловой энергии некоторые предприятия задумались о собственных теплоисточниках (а имеющие средства воплотили эти проекты в

жизнь), что еще больше ухудшает ситуацию в централизованной системе теплоснабжения.

В следующем параграфе работы приведены результаты анализа режимов теплопотребления в магистральных и распределительных тепловых сетях г. Воронежа в отопительном периоде 2002-2003 гг.

Наиболее показательная ситуация в заполярной Воркуте: особенность энергообеспечения такова, что город и промузел поначалу с 1940-1950-х гг. развивался на основе небольшой ТЭЦ-1. Впоследствии в отдалении от главного города, в промзоне была построена более мощная ТЭЦ-2. Для покрытия пиковых нагрузок в самой Воркуте была построена водогрейная котельная, работающая в то время на недорогом мазутном топливе, сейчас «неожиданно» мазут оказался дорогим.

После закрытия угольных шахт и большинства производств в промзоне, на ТЭЦ-2 образовался достаточно большой резерв тепловой мощности (рис. 4.8), она практически перешла на конденсационный режим. Кроме того, «зашламованность» инженерных систем зданий, снижает расчетный перепад температур сетевой воды, что требует повышенного ее расхода и соответствующих затрат электроэнергии на перекачку⁹².

Проблема избыточной в 2,6-3 раза мощности инфраструктуры приводит к колоссальному перерасходу топлива: если жители других городов в центральных регионах РФ получают необходимую для отопления и ГВС 1 т у.т. с издержками преобразования ~0,3-0,4 т у.т., то жители Воркуты за необходимые по климатическим условиям 2 т у.т. вынуждены «платить» издержками около 2,5 т у.т. и совокупное потребление ТЭР в Воркуте составляет свыше 12 т у.т./чел. в год. Это естественно, сказывается и на тарифах. Поскольку 14% физической

⁹² Если в крупных городах (Воронеж, Пермь, Москва) мы тратим 1 кВт*ч на то, чтобы поднять 1 м³ воды снизу и донести его до потребителя, то в Воркуте в 3,2 раза больше (в 3-3,2 раза).

доли баланса в общем балансе топлива имеет около 37% в стоимости, наряду с общими перерасходами топлива, это приводит к значительной стоимости тепловой энергии (порой составляющей до 30-40% стоимости жилья в регионе).

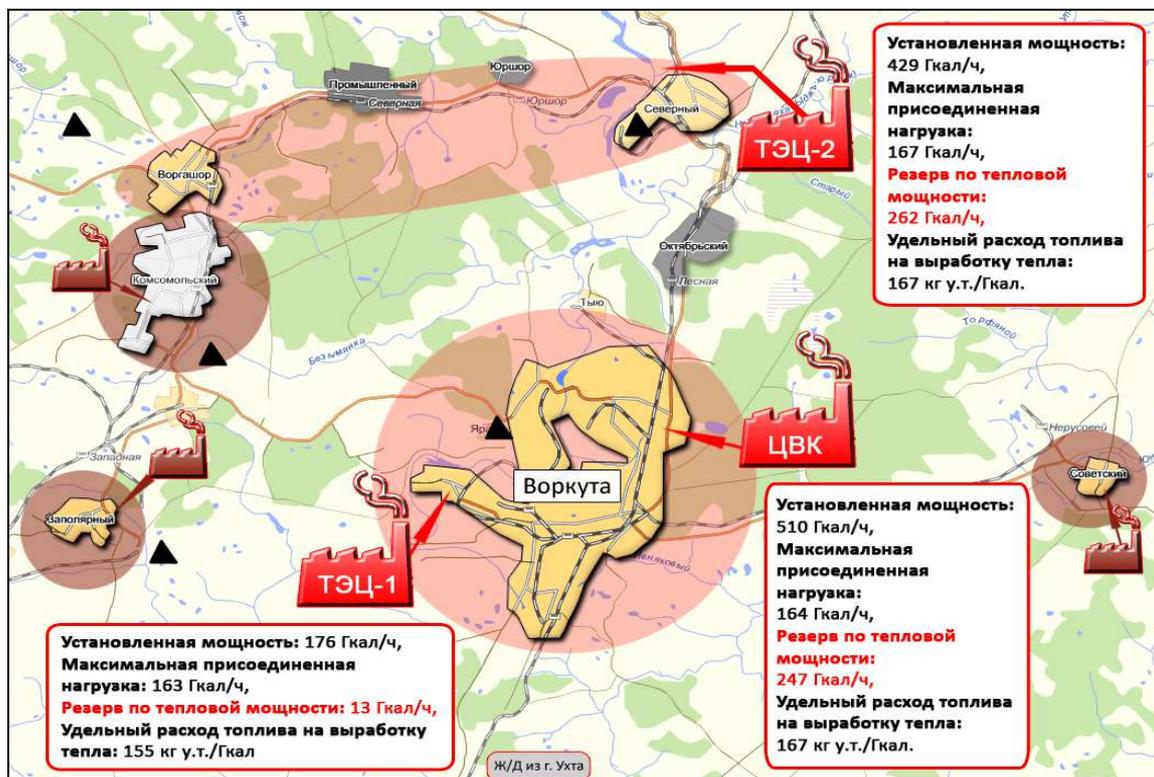


Рис. 4.8. Схема покрытия тепловых нагрузок промузла Воркуты

Таблица 4.6. Общая проблематика системы энергообеспечения г.о. Воркута

Первичные факторы	Технологические проблемы
Снижение совокупной нагрузки энергосистемы в результате закрытия шахт, сокращения населения (общая избыточность энергоисточников для промузла и г.о. Воркута)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Рост удельных расходов топлива на ТЭЦ-1, ТЭЦ-2, собственных нужд энергосистемы. 2. Недозагрузка распределительных сетей и большинства трансформаторных подстанций, износ оборудования. 3. Существенный рост потерь электроэнергии в сетях потребителей свыше 15%. 4. Разбалансирование тепловых сетей, ставшие избыточными диаметры трубопроводов и мощности насосного оборудования приводят к неустойчивой работе сетей, перекачке избыточного количества воды и перерасходу электроэнергии.
Территориальная (рис. 4.8) неравномерность недозагрузки основного оборудования энергосистемы	<ol style="list-style-type: none"> 1. Наиболее современный и мощный энергоисточник (ТЭЦ-2) не имеет достаточных потребителей тепловой энергии, так как расположен на удалении 16 км от основной застройки. 2. Рост потерь (сбросов) тепловой энергии на ТЭЦ-2 и сокращение выработки электроэнергии в комбинированном цикле. 4. Непосредственно г.о. Воркута снабжается тепловой энергией от морально и физически устаревшей (~50 лет) ТЭЦ-1 и дорогой мазутной водогрейной котельной.
Износ и зашламованность инженерных систем зданий	<ol style="list-style-type: none"> 1. Низкий теплосъём и высокий расход теплоносителя в сетях. 2. Перерасход электроэнергии на перекачку как горячей, так и холодной воды. 3. Завышенный ночной водоразбор из системы теплообеспечения.

На рис. 4.9 показано сокращение общего разнообразия тепловых нагрузок городов страны в результате всех совокупных изменений. Помимо режимных параметров энергоисточников, изменилась и номенклатура необходимых агрегатов, перечень комплектующих устройств, автоматики и многое другое.

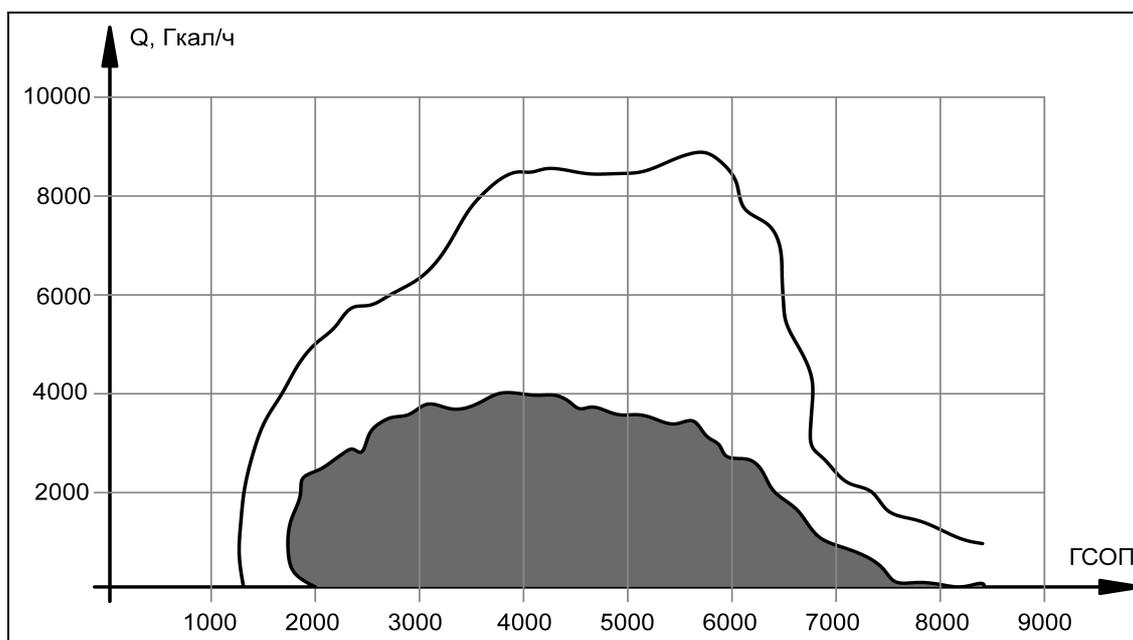


Рис. 4.9. Соотношение совокупных тепловых нагрузок РФ и СССР

Повышение транзакционных затрат (т.е. затрат на распределение и доставку ТЭР потребителям) в централизованных системах теплоэнергоснабжения породило целую волну мероприятий по разделению сетей, появление различных автономных источников тепловой энергии разной мощности, обслуживающих непосредственно здания, и в конечном счете, к поквартирным теплогенераторам. Важнейшая особенность сетевой организации состоит в том (это показано выше), что она нуждается в максимальной интеграции и кооперации между ее участниками. Разделение СЦТ на автономные и квазиавтономные элементы и блоки, предпринимаемое якобы в целях повышения эффективности, приводит только к дополнительной дезорганизации и неразберихе, снижению параметров эффективности.

Комплекс вышеотмеченных изменений привел в ряде регионов к полной потере системных инфраструктурных преимуществ (табл. 4.8): выгоды от комбинированной выработки тепла и электроэнергии на источниках стали достоянием в основном частных структур; сетевое хозяйство получило в наследство полный износ, потребители – завышенные и экономически необоснованные тарифы⁹³. Лишь в ряде регионов Урала, Поволжья удалось сохранить инфраструктуру энергопромышленного комплекса с резко уменьшившимися преимуществами и пониженными возможностями для территориального развития.

Таблица 4.8. Структура и трансформация инфраструктурных преимуществ РЭС

Компоненты РЭС	Источник и масштаб преимуществ	Трансформация преимуществ
Источники (ТЭЦ)	Экономия топлива на ТЭЦ (25-30%), экономия выбросов в атмосферу	«Приватизация» преимуществ и отнесение их, как правило, на производимую электроэнергию
Сетевое хозяйство	Постоянные режимы сети, оптимальные удельные расходы теплоносителя (и электроэнергии), снижение удельных капитальных затрат	Изменение режимов сетей, избыточные диаметры трубопроводов, завышенные расходы на перекачку, резкий рост аварийности и потерь
Потребители (промкомплекс, ЖКХ)	Надежность энергообеспечения, возможность снижения тарифов	Отказ от взаимной сбалансированности тарифов разными потребителями и их рост
РЭС и регион в целом	Инфраструктурная сбалансированность источников, сетей, потребителей	Несоответствие источников потребителям (сетевому хозяйству), структурные дисбалансы

⁹³ Дорогое топливо, содержание избыточных мощностей, нерациональные потери тепловой энергии и теплоносителя, «инвестпрограммы» и др. – все это тем или иным образом перекладывается на потребителя.

Структурные дисбалансы в системе приводят к рассогласованию процессов развития элементов и всей системы, снижению её устойчивости. Режим расходования ресурсов развития системы в этом случае радикально меняется в сторону ухудшения. Таким образом, эффективность системы тем выше, чем больше разнообразие её элементов (источников, сетей, потребителей), обеспечиваемое при прочих равных затратах энергии. При этом под структурной сбалансированностью следует понимать такую взаимообусловленность (и разнообразие) элементов системы, при которой её гомеостатическое состояние поддерживается наименьшими затратами ресурсов.

Гомеостат – как динамико-структурное постоянство жизненно важных функций и параметров системы при различных изменениях внутренней и внешней среды – возможен в условиях устойчивых соотношений, связей между элементами системы. Нарушения же структурной сбалансированности, и мы наблюдаем это на практике, приводит к резкому возрастанию уровня всех видов затрат на возвращение системы в её гомеостатическое состояние.

При этом складывается устойчивый «порочный круг»: неэффективность энергокомплекса приводит к росту тарифов и затрат бюджетов всех уровней на энергообеспечение, и к соответственному недоставке средств на модернизацию РЭС. Вместо значительных инфраструктурных преимуществ, которыми вне всякого сомнения, обладали системы теплоэнергоснабжения до 1990-х гг., они попали в институциональные ловушки неэффективности, подробное рассмотрение которых будет выполнено в следующей главе.

4.3. Анализ взаимовлияния и взаимозависимости режимов работы энергоисточников, распределительных сетей и потребителей тепловой энергии

В свое время много труда и творческих исканий было затрачено на выявление наиболее рациональной схемы присоединения абонентов к тепловой сети. В первых работах по теплофикации⁹⁴ было приведено свыше двух десятков схем присоединения абонентов, опробованных на заре развития теплофикации. Наибольшее распространение в основном получила схема с водо-водяными элеваторами, предложенная В.М. Чаплиным, позволяющая на практике осуществлять центральное регулирование разнородной тепловой нагрузки и эффективно использовать свободный напор на вводах теплосети для циркуляции воды в местных системах отопления (табл. 4.9).

Таблица 4.9. Особенности расходных характеристик и температурного графика для разных схем присоединения ГВС

Схема присоединения ГВС	Температурный график сети	Расходные характеристики теплосети
Параллельная схема присоединения ГВС	Обычный температурный график теплосети	Увеличение расхода для покрытия совместной нагрузки отопления и горячего водоснабжения
Смешанная схема присоединения ГВС		
Двухступенчатая последовательная схема присоединения ГВС	Повышенный температурный график теплосети	Обычный расход сетевой воды

⁹⁴ Аше Б.М. Теплофикация городов. – Л., 1930 г.

Но современные сети крупных городов насчитывают тысячи точек присоединения, не оснащенных необходимыми регуляторами и приборами учета. Фактически во многих городах тепловые сети стали многоконтурными вопреки действующим нормам проектирования.

В крупных городах теплосети из-за большого количества тепловых пунктов вынужденно работают с перерасходом циркуляционной воды. Это ведет соответственно к перерасходу электроэнергии насосами, и тепла на отопление зданий. Такие сети неуправляемы в принципе, и повышение управляемости крупных СЦТ возможно с помощью групповых (микрорайонных) пунктов со средствами автоматики и телемеханики.

Основная причина, по мнению специалистов²⁸, заключается в низкой гидравлической устойчивости протяженных сетей и большом влиянии каждого потребителя на соседнего. В таком случае, тепловые пункты являются не только местом управления системами отопления, вентиляции, кондиционирования воздуха (ОВК) и горячим водоснабжением (ГВС), но и органом управления самой теплосети, своеобразным промежуточным звеном осуществления распределенного регулирования.

Сам термин ЦТП возник в 1960-е гг., когда тепловые пункты были применены при застройке новых микрорайонов Москвы. В то время в столице ежегодно сооружалось около сотни ЦТП. В 1978 г. их число достигало около 3000. Средняя нагрузка на ЦТП составляет 3-10 Гкал/ч. Создание управляемых крупных систем централизованного теплоснабжения может быть осуществлено с помощью групповых (микрорайонных) пунктов со средствами автоматики и телемеханики. То есть, в рамках существующей схемы речь идет о дополнительных перемычках, образующих контур с нагрузкой 30-50 Гкал/ч, и выделении наиболее крупных ЦТП для передачи им функций группового регулирования.

Наиболее просто можно реализовать управляемость сети разбивкой ее на блоки, каждый из которых обеспечивается авторегуляторами, и имеет двухстороннее теплоснабжение от магистралей. Такие комплексные регуляторы Н.К. Громов называет контрольно-распределительными пунктами (КРП) с ориентировочными нагрузками около 30-50 Гкал/ч и радиусом распределения теплоносителя в пределах 500-1000 м.

В таком случае КРП устанавливаются на границе магистральных и распределительных сетей, способствуя развязке их гидравлических режимов. Гидравлические режимы магистральных сетей настроены на ТЭЦ (и крупные котельные), и меньше учитывают особенности работы небольших тепловых пунктов, число которых в распределенных системах теплоснабжения достаточно велико.

Выявление зон максимальных дисбалансов ясно показывает необходимость применения крупных регулирующих станций (КРП), сочетающих устройства регулирования нагрузки на прямом и обратном трубопроводах, гидравлические компенсаторы, аккумуляторы и оборудование переброски излишков тепловой энергии (тепловые насосы). Такие регулирующие станции могут объединять несколько крупных ЦТП с нагрузкой в пределах 25-40 Гкал/ч. Полная формализация такой сложной проблемы оптимального синтеза систем теплоснабжения и строгое их решение, как отмечают ряд авторов, вряд ли возможны.

В работах В. Хасилева⁹⁵ показано, что наивыгодное распределение перепадов давления по участкам сети не является линейным, на характер пьезометрического графика оказывают существенное влияние распределённость и топология сети, перепады высот, поведение потребителей. При этом метод равномерного распределения давления вдоль главной магистрали, будучи самым простым из всех приближенных методов, дает результаты, наиболее приближенные к точному

⁹⁵ Меренков А.П. Хасилев В. Теория гидравлических цепей. – М.: Наука, 1985.

расчету. Из-за обилия влияющих факторов решение задачи с незадаанными расходами теплоносителя по линиям кольцевой сети в обычных условиях не приводит к минимуму, а наименьшая стоимость кольцевой сети соответствует её вырождению в разветвлённую.

При этом избыточные схемы распределения теплоносителя служат важным методическим средством поиска оптимальных схемных решений в конкретных условиях.

Таблица. 4.10. Особенности гидравлических режимов сети и расчета потокораспределения

Перечень систем	Особенности гидравлических режимов	Особенности гидравлического расчета
Закрытые и открытые системы с регуляторами расхода перед системой отопления и регуляторами воды на горячее водоснабжение	Установки с расходом воды, не зависящим от напора на вводе	Гидравлические режимы сети могут рассматриваться отдельно для подающей и обратной линии системы
Закрытые системы с нерегулируемыми расходами воды на отопление и горячее водоснабжение	Установки с неизменным сопротивлением $S_{аб} = \text{const}$	Подающая и обратная линия должны рассматриваться совместно с включенными между ними абонентами
Закрытые и открытые системы с нерегулируемыми расходами воды на отопление с закрытыми регуляторами температуры (ночной режим)		
Закрытые системы с нерегулируемыми расходами на отопление, но с регуляторами температуры	Установки с постоянным сопротивлением отопления и переменным ГВС	
Открытые системы с нерегулируемыми расходами на отопление		

Гидравлический расчет теплосетей более сложен, чем водопроводных или газовых по ряду причин. Во-первых, тепловые сети двухтрубные, с сотнями перемычек (абонентов) между прямой и обратной магистралями. Возможность вскипания воды высокой температуры и

непосредственное присоединение к тепловой сети тысяч местных систем отопления, обладающих невысокой механической прочностью, жестко ограничивают максимальные и минимально допустимые напоры в подающей и обратной магистралях сети.

Правильное распределение воды является предпосылкой, то есть основой надежной и экономичной эксплуатации. Возможность такого адекватного распределения теплоносителя закладывается на этапе проектирования самой теплосети и тепловых пунктов потребителей.

Повышение радиуса доставки в теплосетях требует роста давления воды для покрытия гидравлических сопротивлений за счет разветвлений, колебаний рельефа. Регулирование теплопотребления 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 температур 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.

На рис. 4.10 видно, что вариация параметров теплосети по-разному доходит до зданий с различными теплотехническими и теплогидравлическими параметрами внутренних систем отопления.

Изменение расчетных режимов эксплуатации систем теплоснабжения, как видно из табл. 4.11, достигает по нагрузке 50%, по массовому расходу теплоносителя 45%, по удельному расходу сетевой воды 55%.

В этом случае резко возрастает удельный расход воды на единицу переданной сетью тепловой энергии (рис. 4.10) и, соответствен-

но, затраты электроэнергии, существенно осложняется возможность качественного регулирования тепловой нагрузки.

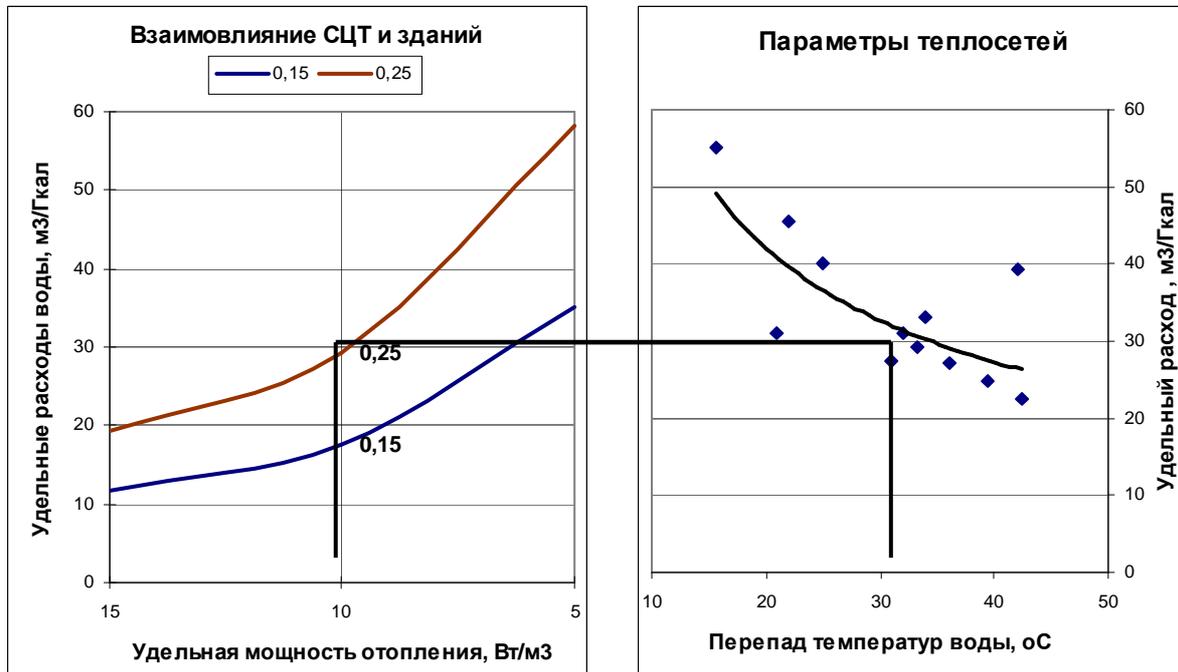


Рис. 4.10. Согласование теплогидравлических параметров сети и потребителей с разной настройкой внутренних инженерных систем

Таблица 4.11. Расчетные и фактические параметры работы теплосетей

Источник тепла	Тепловая нагрузка		Удельный расход		Температурный режим факт., °С
	Присоед., Гкал/ч	Факт., Гкал/ч	Расчетн., м³/Гкал	Факт. удельн.	
Архангельская ТЭЦ	1299	638	10,8	24,7	91,5-51
Воронежская ТЭЦ-1	792	276	17,5	39,2	92-50
Курская ТЭЦ-1	585	326	15,2	27,2	87-51
Курская ТЭЦ-4	210	140	14,6	27,4	86-55
Курская КСЗР	321	155	14,2	33	86-52
Ефремовская ТЭЦ	260	183	12,5	55,1	63,1-47,5
Первомайская ТЭЦ	90	70	19	40	92-67
Щекинская ГРЭС	36	29	23	31	79-47
Тамбовская ТЭЦ	579	315	11,5	31	74-53
Дягилевская ТЭЦ	400	171	14,2	22,5	91-48,6
Алексинская ТЭЦ	158	87	22,6	45,5	83-61
Смоленская ТЭЦ-2	649	443	16,2	29,2	85,2-51,9

Помимо причин снижения расчетной эффективности систем теплоснабжения, рассмотренных выше, системная эффективность зачастую падает в результате взаимодействия элементов и перехода в неоптимальные режимы работы. Степень взаимодействия, взаимообусловленности между элементами в теплоэнергетических комплексах слабей, чем в электросистемах по времени реакции, степени концентрации энергии: отклики на воздействие могут достигать соседние элементы через минуты и даже часы. При этом разные элементы системы обладают различной инерционностью, тепловой устойчивостью к воздействию влияющих факторов.

Нельзя сказать, что распределённое регулирование и управление совсем не использовалось в системах теплоэнергоснабжения: оно реализовывалось в сочетании ТЭЦ с мощными теплофикационными агрегатами и пиковых котельных для покрытия отопительной (и промышленной) нагрузки. Отборы ТЭЦ работали в базовой части графика тепловых нагрузок, пиковые котельные (расположенные, как правило, в местах максимальной концентрации тепловой нагрузки) включались по мере необходимости и обеспечивали прирост тепловой мощности в наиболее холодное время отопительного периода.

При этом оптимизация коэффициента теплофикации $\alpha_{\text{тэц}}$ производилась именно по критериям максимальной экономии топлива при совместной работе ТЭЦ и котельных с учетом максимальной выработки электроэнергии на тепловом потреблении. Пиковые котельные в этом случае и выполняли функции устройств распределенного регулирования теплоснабжения, сводя к минимуму дисбалансы во всей системе. В крупных городах и мегаполисах тепловые пункты разной мощности (ЦТП) в распределенных системах теплоснабжения в какой то степени нивелируют «разнокачественность» низовых потребителей (зданий), уменьшая тем самым диапазон необходимого регулирования тепловой нагрузки у потребителей.

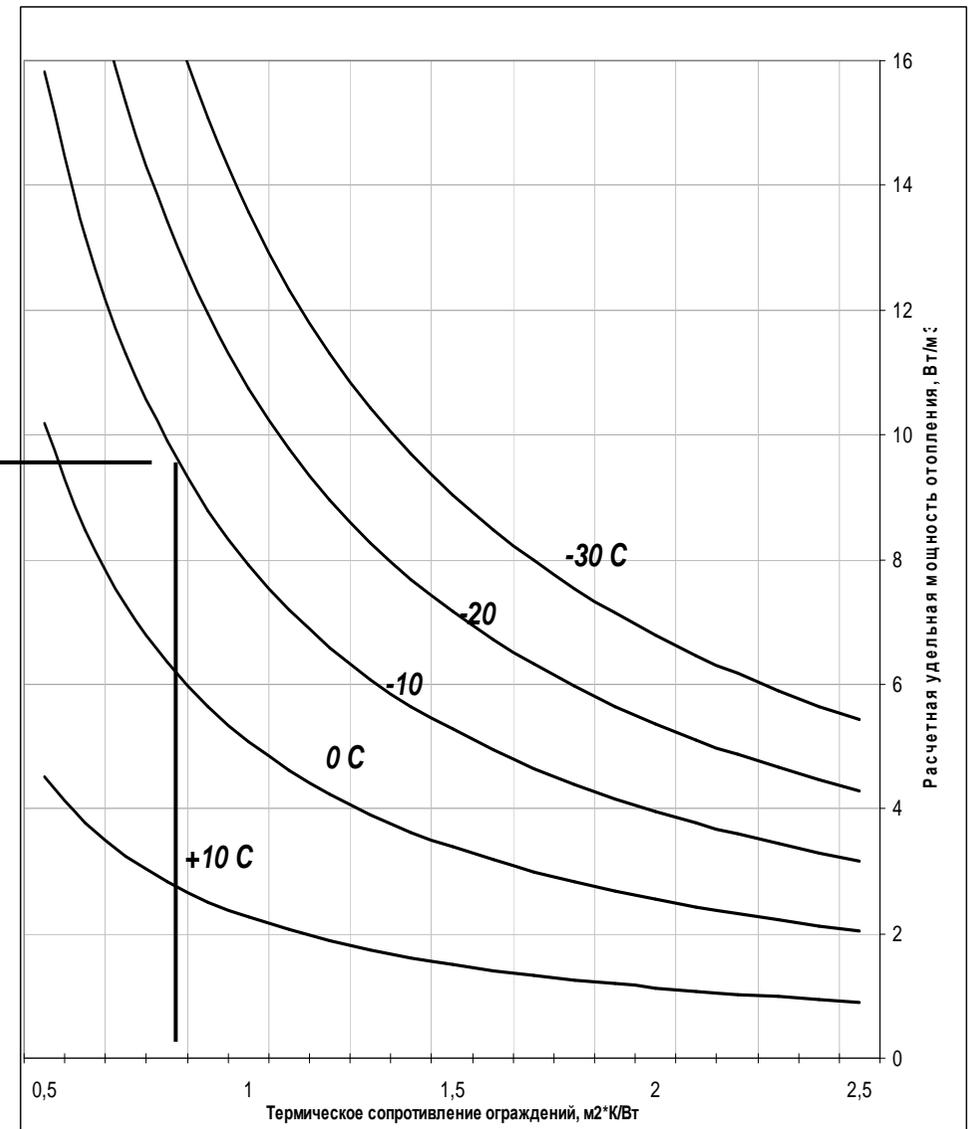
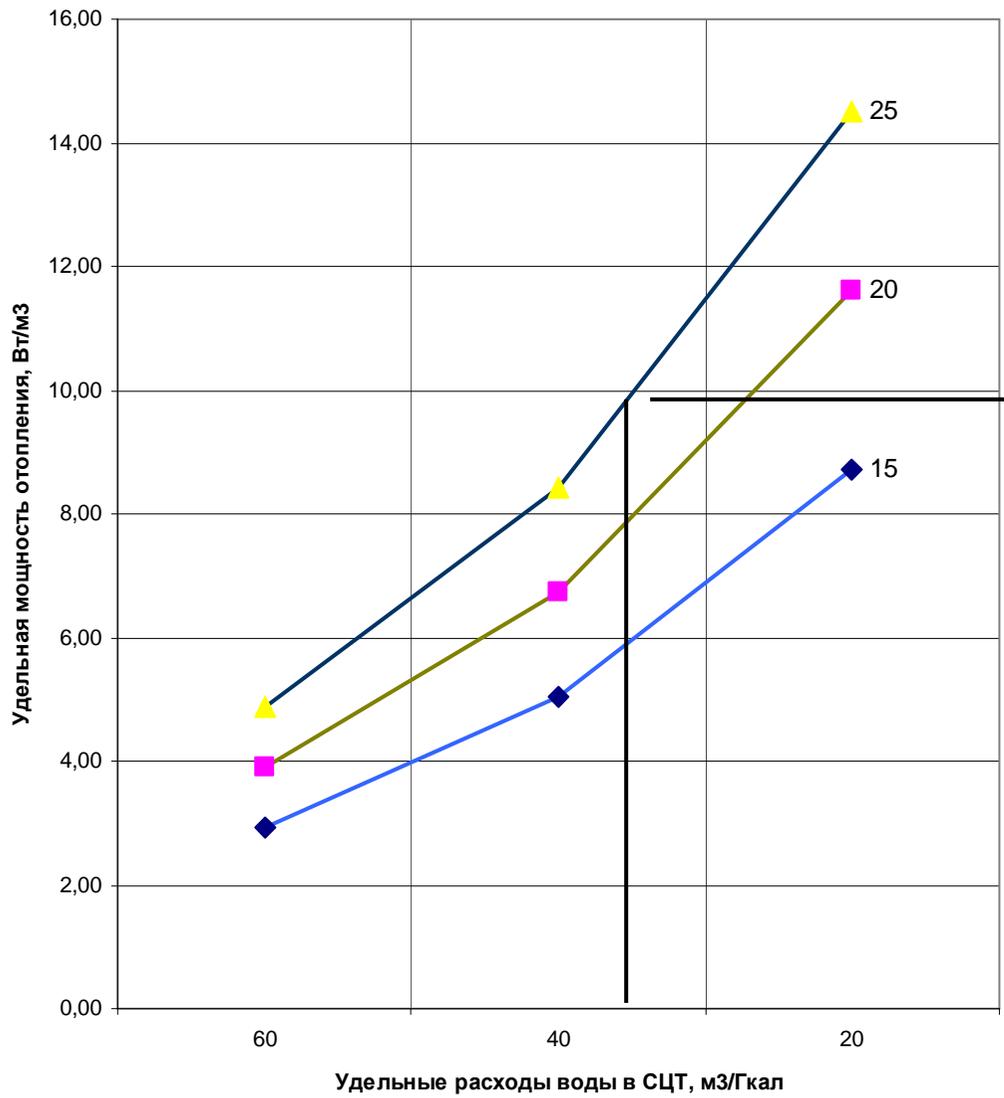


Рис. 4.11. Стыковка параметров отопительных систем зданий и распределительных тепловых сетей

Разноплановость ЦТП по мощности характеризует определенную эволюционную сбалансированность всей схемы теплоснабжения на более высоком уровне, устойчивость гидравлических режимов. В частности, В.А. Смирнов вводит понятие целостности систем энергообеспечения⁹⁶ как системы, использующие взаимозаменяемые энергоносители, технологии, объекты, стандартизацию и унификацию, замкнутую структуру, включающую необходимое разнообразие объектов и технологий.

Взаимная привязка электрической и тепловой нагрузки в ряде случаев приводит к дисбалансам и сокращению выработки электроэнергии на тепловом потреблении, что особенно актуально в тех городах, где доля ТЭЦ значительна.

В случаях работы турбин типа Т, ПТ с частичными тепловыми нагрузками нередко возникает необходимость оценить влияние изменения различных факторов, определяющих теплофикационную нагрузку, на внутренний режим работы турбоагрегатов и эффективность комбинированной выработки тепловой и электрической энергии.

Оценим масштабы изменения расчетных режимов эксплуатации теплофикационных турбин с точки зрения взаимовлияния элементов сетевого хозяйства. Задача является тем более важной, если учесть тот факт, что подавляющее большинство теплофикационных турбин на критические параметры пара Т-100/120-130, Т-175/210-130, Т-250/300-240, ПТ-60-130, ПТ-135-130 работают с частичными нагрузками и в последнее время эта тенденция усиливается. Зная расходы пара на сетевые подогреватели и давление в отборах, можно перейти к расчету всей тепловой схемы турбоустановки, оценив тем самым влияние на работу всей турбины колебаний тепловой нагрузки.

⁹⁶ Смирнов В.А. Оценка целостности систем энергоснабжения // Известия АН СССР. Энергетика и транспорт. 1987. № 4.

Для этого предлагается в зависимости от параметров сетевой воды и теплофикационной нагрузки турбины определять различные показатели режимов работы турбины:

- давление в теплофикационных отборах;
- распределение теплофикационных нагрузок по сетевым подогревателям;
- электрическую и тепловую мощность турбоагрегата;
- расход топлива.

В качестве исходных уравнений принимаем паспортные данные турбоагрегата Т-175-130 (по диаграмме режимов), тепловые балансы сетевых подогревателей, уравнения Стодолы-Флюгеля для промежуточных отсеков турбины (в местах верхнего и нижнего регулируемых отборов)

$$P_{cнв} = 0,0000647 t_{cнв}^2 - 0,009275 t_{cнв} + 0,37977, \text{ МПа}$$

$$P_{тв} = P_{cнв} / 0,92, \text{ МПа, вследствие потерь в паропроводах.}$$

Давление пара в нижнем теплофикационном отборе устанавливается, исходя из уравнения Стодолы-Флюгеля для промежуточного отсека:

$$(P_{тв}^2 - P_{тн}^2) = (D_{отс} / D_{отсо})^2 (P_{тв}^2 - P_{тн}^2)_о,$$

Выразим расход пара через отсек:

$$D_{отс} = D_{пнд7} + D_{cнн} + D_{конд},$$

$$D_{cнн} = Q_{cнн} / (q_{cнн} * \eta_{тоа}), \text{ кг/с};$$

Общая тепловая нагрузка турбины :

$$Q_t = Q_{cнв} + Q_{cнн} + Q_{вн}, \text{ МВт};$$

$$t_{cнн}^н = t_{nc} - Q_{cнн} / (G_{cв} * c_{в} * \eta_{тоа}) + \theta, \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$t_{cнн} = 370,6 P_{cнн}^3 - 2385,5 P_{cнн}^2 + 660,7 P_{cнн} + 53,75, \text{ } ^\circ\text{C};$$

Для нахождения давления в нижнем отборе и уточнения тепловых нагрузок турбоустановки, получаем систему 4-х уравнений:

$$\left\{ \begin{array}{l} t_{cnn}^H = t_{nc} - Q_{cнв} / (G_{св} * c_в * \eta_{тоа}) + \theta , \\ t_{cnn}^H = 370,6 P_{cnn}^3 - 2385,5 P_{cnn}^2 + 660,7 P_{cnn} + 53,75 , \text{ } ^\circ\text{C} ; \\ (P_{тв}^2 - P_{тн}^2) = (D_{отс} / D_{отсо})^2 (P_{тв}^2 - P_{тн}^2)_o , \\ D_{отс} = D_{пнд7} + D_{конд} + (Q_m - Q_{снв}) / (q_{cnn} * \eta) \end{array} \right.$$

с 4-мя неизвестными – $D_{отс}, P_{cnn}, t_{cnn}^H, Q_{снв}$.

$$(937,6 (P_{тв}^2 - P_{тн}^2)^{1/2} - D_{конд}) - 4,27 G_{св} (2886,4 P_{cnn}^3 - 2019,1 P_{cnn}^2 + 607,86 P_{cnn} + 50 - t_{oc}) / q_{снв} = 0$$

Решение параметрического уравнения дает нагрузки обоих сетевых подогревателей, давление в нижнем отборе турбины, мощность и расход топлива.

Для решения полученной системы уравнений принимаем следующие допущения:

1. При режиме работы турбины по тепловому графику расход пара в конденсатор постоянен и составляет 30 т/ч (8,3 кг/с).
2. Расход пара на ПНД 7 пренебрежимо мал.
3. Встроенный теплофикационный пучок не принимаем в рассмотрение.
4. $q_{снв} = 2200$.

В результате получаем параметрическое уравнение, которое дает нагрузки обоих сетевых подогревателей, давление в нижнем отборе турбины:

$$(937,6 (P_{тв}^2 - P_{тн}^2)^{1/2} - D_{конд}) - 4,27 G_{св} (2886,4 P_{cnn}^3 - 2019,1 P_{cnn}^2 + 607,86 P_{cnn} + 50 - t_{oc}) / q_{снв} = 0$$

Решения уравнения для заданных параметров турбоагрегата и сети представлены на рис. 4.12. Из графиков видно, что при возрастании температуры обратной сетевой воды даже при работе турбины по тепловому графику, падает тепловая и электрическая мощность, сокращается расход пара на турбину, ухудшаются показатели тепловой

экономичности: удельный расход теплоты на турбину, снижается выработка электроэнергии на тепловом потреблении. При работе турбины по электрическому графику ухудшение параметров еще более значительно. Работа турбин ТЭЦ в осеннее время с частичными тепловыми нагрузками с завышенной температурой обратной сетевой воды приводит к особенно негативным последствиям, что сказывается на эффективности ТЭЦ и ее тепловой сети.

Температура обратной сетевой воды – системный параметр, зависящий от теплосъема отопительных приборов, гидравлической сбалансированности потокораспределения теплоносителя, состояния отопительной системы и возможности регулирования тепловой нагрузки в зданиях. В случае, если источниками тепловой энергии являются отопительные или пиковые котельные, завышение температуры обратной сетевой воды в большей степени влияет лишь на эффективность сетевого хозяйства. То есть в первую очередь следует стремиться к максимальному снижению t_{oc} именно для ТЭЦ, при небольших частичных нагрузках отборах турбин в осеннее время года.

Помимо крупных централизованных систем для этого могут использоваться распределенные комплексы с теплонасосными установками на ЦТП и крупных потребителях, холодильные утилизационные установки, энергобиологические комплексы.

Эффективность ТЭЦ существенно выше при низких температурах наружного воздуха, когда эффективный радиус поставки тепловой энергии составляет всего 5-8 % от радиуса поставки электроэнергии городским потребителям. То есть зоны конкурентоспособности ТЭЦ как многопродуктового источника существенно различаются по этим продуктам, и это различие довольно сильно зависит от параметров (сопротивления) окружающей среды.

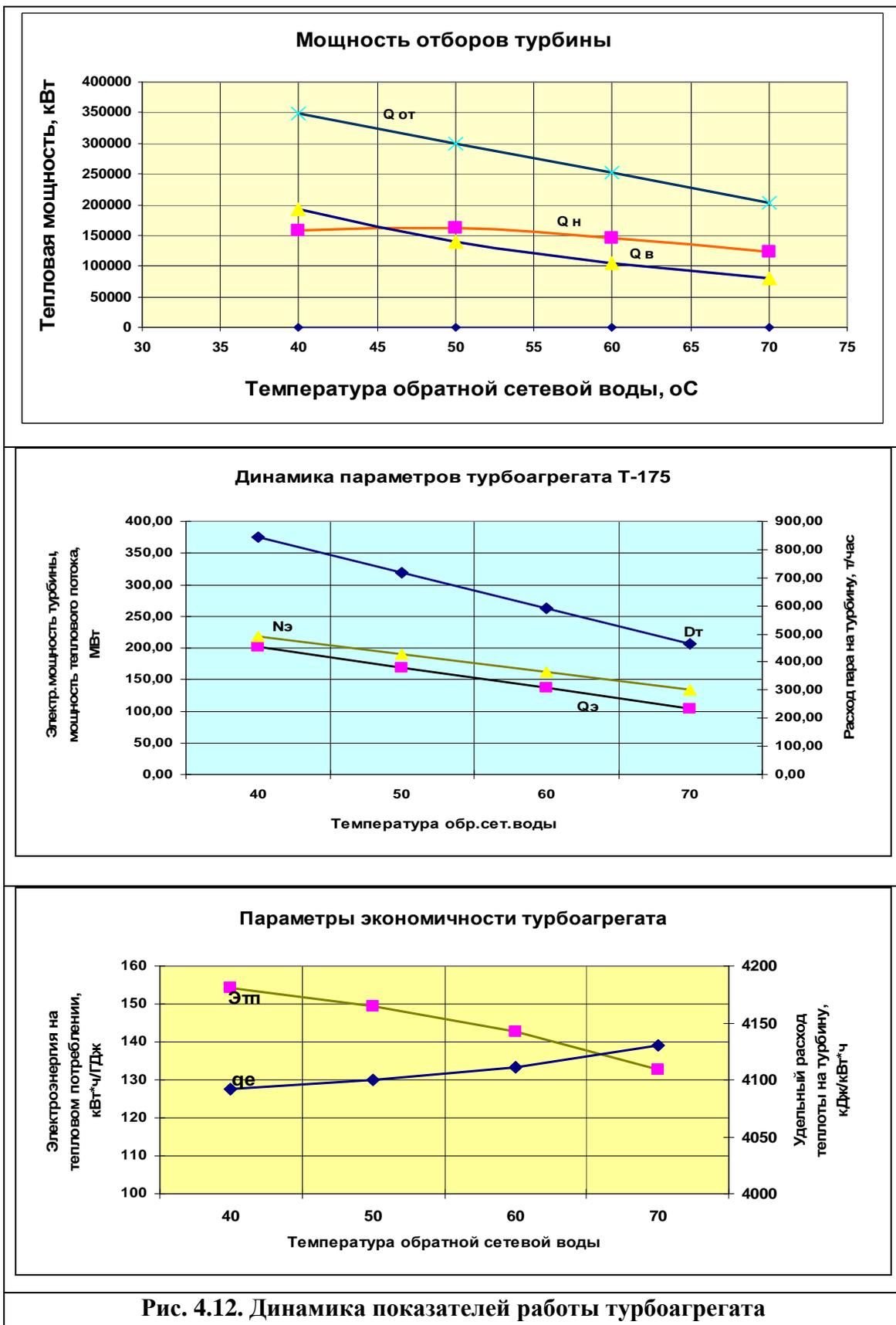


Рис. 4.12. Динамика показателей работы турбоагрегата

Режим с частичными тепловыми нагрузками турбин ТЭЦ реализуется в крупных городах в осенне-весенний период года, и в мегапо-

лисах – летом, когда потребление электроэнергии велико, а тепловая нагрузка падает, или отключается совсем, и турбины переходят на электрический график нагрузки. В целом по городу такая проблема значима, когда доля ТЭЦ в тепловой нагрузке свыше 45-55%. Это еще раз подтверждает адекватность стратегии выбора оптимальной мощности станции по тепловой, а не электрической нагрузке, поскольку именно тепловая энергия является главной продукцией ТЭЦ, а электроэнергия – побочной.

Таким образом, взаимовлияние элементов в системах теплоснабжения зачастую приводит к снижению расчетной эффективности элементов (потребителей, сетей, источников), перерасходу ресурсов на обеспечение теплоэнергоснабжения на источниках, в обеспечивающих транспортных узлах. Органичное использование разнородных источников энергии, включая нетрадиционные и возобновляемые источники энергии, будет характеризовать «зрелость» развития системы, ее устойчивость и надежность функционирования. Именно разнородная инфраструктура, способная интегрировать в себя разные энергоисточники, является наиболее совершенной в инфраструктурном плане, экологически приемлемой и безопасной.

Анализ фактических режимов и взаимодействий между элементами систем теплоэнергоснабжения приведен далее.

4.4. Анализ фактических теплогидравлических режимов разнородных потребителей тепловой энергии

Теоретические модели, как правило, не дают всей полноты картины протекающих взаимодействий, поэтому для понимания особенностей и разнообразия процессов был проведен анализ фактических режимов работы разных элементов системы: источников, элементов

тепловых сетей, потребителей⁹⁷. Хотя природа возникающих дисбалансов в системе в принципе одинакова, тем не менее, они по-разному влияют на источники и потребителей. Соответственно, эти особенности снижения расчетной эффективности определяют разные технологии «оптимизации», то есть повышения эффективности как самих этих элементов, так и системы в целом.

Наиболее многочисленная – группа потребителей, сюда относятся жилые и общественные здания и сооружения, объекты промышленности и сферы услуг. Массовая установка узлов учета в последнее время позволила получить реальные данные о потреблении тепловой энергии зданиями разного назначения, хотя в основном они рассматривались в отрыве от режимов системы теплоснабжения.

Вместе с тем в результате масштабных экспериментальных работ по установке систем учета ресурсов, систем регулирования, получены реальные данные о фактическом потреблении ресурсов коммунальным хозяйством городов, «недотопах» и «перетопах» зданий. Совокупность фактических замеров позволила уточнить структуру энергетических потребностей коммунального фонда, определить существенные расхождения расчетных, договорных и фактических значений энергопотребления, как низовых объектов, так и территорий в целом. Проведившиеся в ряде городов капитальные ремонты зданий также дали определенный эффект с точки зрения сокращения теплопотребления.

Помимо анализа данных узлов учета в зданиях, на ЦТП, дополнительно проводились тепловизорные испытания, составлялись тепловые балансы зданий, групп объектов по тепловым контурам ЦТП. Безусловно, реальная картина протекающих процессов в зданиях мо-

⁹⁷ Для анализа использовались данные, полученные автором при работе над программами энергосбережения административных округов г. Москвы, ряда других городов и регионов, результаты энергетических обследований элементов систем теплоснабжения, материалы генеральной схемы теплоснабжения г. Москвы.

жет существенно различаться в зависимости от большого количества неучтенных факторов: интенсивности инфильтрации, ветровой нагрузки, инсоляции, неравномерности внутренних теплопритоков, различного состояния ограждений и оконных переплетов.

Таблица 4.12. Типологические характеристики зданий

Параметры зданий	Первая группа	Вторая группа	Третья группа
Год постройки	~1912	~1930	~1979
Толщина стен, м	0,76	0,55	0,3
Термическое сопротивление ограждений R , $m^2 \cdot K / Wt$	1,49	1,15	0,51
Уточненное значение удельной отопительной характеристики q , $Wt / m^3 \cdot K$	0,15	0,29	0,45

Для анализа и понимания картины реальные здания жилого фонда были разделены на три условные группы (с приведенным сопротивлением теплопередачи ограждений в ~1,5, 1,0 и 0,5 $K \cdot m^2 / Wt$). На диаграмме рис. 4.13 показаны удельные теплотери для зданий отмеченных 3-х групп в зависимости от температуры наружного воздуха и интенсивность теплопритока с отоплением. Из графиков видно, что система отопления в рамках ЦТП рассчитана, как правило, на некоторые «средние» параметры: «холодной» 3-й группе тепла не хватает, а у «теплой» 1-й группе наблюдается избыток.

Проведенный анализ теплогидравлических режимов ряда систем отопления, горячего и холодного водоснабжения зданий позволил выявить особенности дисбалансов: несмотря на то, что здания различались по теплофизическим характеристиками практически в 2-2,5 раза, удельные расходы теплоты на единицу объема зданий практически не отличались. Это происходит во многом из-за несбалансированности отопительных систем конкретных зданий и распределительной сети от ЦТП.

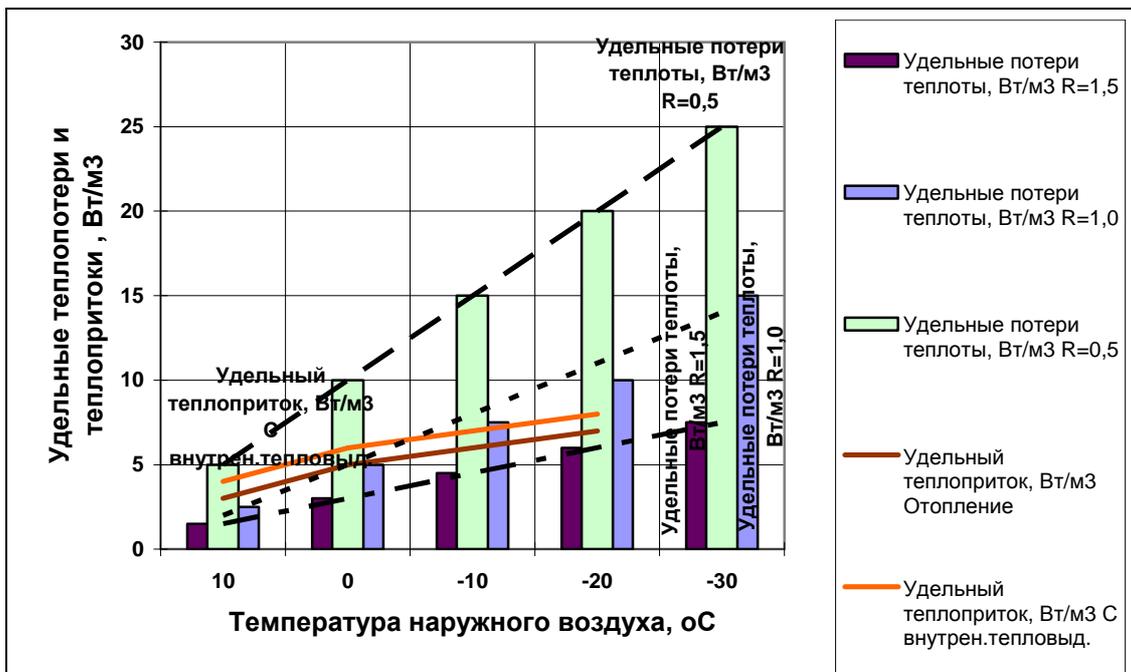


Рис. 4.13. Динамика тепловых балансов зданий разных групп в зависимости от $t_{нв}$

В частности, применение устройств квартирного регулирования отопления в сочетании с индивидуальным тепловым пунктом (ИТП) на здании представляет собой наглядную иллюстрацию распределенного управления теплоснабжением. Если распространить данную схему на группу зданий, то станет ясно, что их разнокачественность даже при наличии в них управляющих устройств требует регулирующего оборудования на всем контуре.

То есть, выбрав в качестве первичной ячейки не квартиру, а дом, мы поймем, что кроме ИТП нам понадобятся устройства для сбалансированного потокораспределения теплоносителя по зданиям или контурам, где расходы воды будут управляться контроллерами ИТП зданий. В ряде случаев эту функцию и выполняют ЦТП, или группа из нескольких тепловых пунктов. Не будем забывать, что «разнокачественные» по тепловому сопротивлению здания ведут себя по-разному при разных температурах окружающей среды. В этом случае принципиально важно, что низовые дисбалансы как бы переправляются на более высокий уровень схемы.

Для сравнения экспериментальных данных с теоретическими (идеальными) энергозатратами, выразим коэффициент компактности здания:

$$K = \frac{F}{V}; 1/\text{м}$$

где: F – общая площадь внешних ограждающих конструкций, м^2 ; V – внешний объем здания, м^3 .

Тогда важный теплоэнергетический показатель – удельную диссипативную (отопительную) характеристику без учета инфильтрации можно выразить следующим образом:

$$q = K / R, \text{Вт}/\text{м}^3 \cdot \text{К},$$

где R – интегральное термическое сопротивление ограждений, $\text{К} \cdot \text{м}^2 / \text{Вт}$.

Годовой удельный расход теплоты на отопление 1 м^2 зданий можно выразить через интенсивность отопительного периода ($T_{\text{град-час}}$) в градусо-часах:

$$q_{\text{год}} = (T_{\text{град-час}}) \cdot q_{\text{от}} / F_{\text{жил}} = (T_{\text{град-час}}) K_{\text{ф}} / R_{\text{огр}}, \text{Гкал}/\text{м}^2 \cdot \text{год}$$

где $K_{\text{ф}} = F_{\text{нар}} / F_{\text{жил}}$ – коэффициент приведения наружной площади ограждений к жилой площади.

Сопоставление расчетных и фактических значений удельных энергозатрат зданиями в зависимости от термического сопротивления ограждений представлены на рис. 4.14. Нижняя линия тренда на рис. 4.14 – функциональные балансовые значения, необходимые для поддержания нормативных температур в зданиях. Эти значения близки в зоне недостаточных термических сопротивлений $R=0,25-0,3 \text{ К} \cdot \text{м}^2 / \text{Вт}$, так как в этом случае зданиям требуется значительное количество тепла.

Верхняя линия тренда – по фактическим значениям удельных энергозатрат, нижняя – теоретические балансовые затраты для зданий, при среднем нормативном значении для Москвы $q=0,15-0,18$

Гкал/м²*год. Видно, что фактические значения энергопотребления для зданий с приемлемыми термическими сопротивлениями довольно сильно отклоняются от теоретической балансовой кривой.

Степень отклонения фактическим точек от идеальной нижней кривой, таким образом, характеризует неэффективные режимы работы, нерациональный перерасход энергии, а степень совпадения – относительную эффективность по сравнению с оптимальным базовым (балансовым) вариантом⁹⁸.

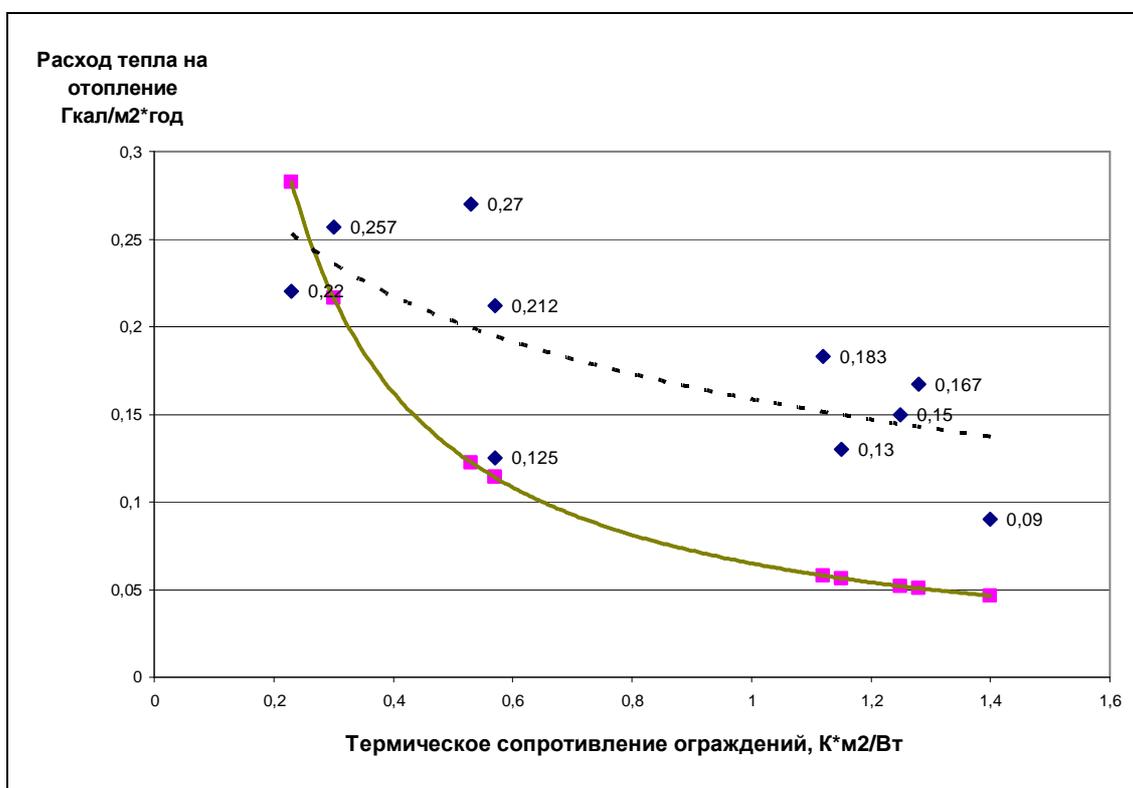


Рис. 4.14. Динамика теоретических и фактических расходов тепла на отопление

Выявленные «перетопы» значительного числа городских зданий ставят под сомнение некоторые сложившиеся в последнее время стереотипы, связанные с показателями энергетической эффективности коммунального хозяйства. Вызывает сомнение, что существенное

⁹⁸ Одна из точек, близкая к нижнему тренду с R=0,55 К*м²/Вт принадлежит комплексу зданий в Мещанском районе ЦАО, в которых была осуществлена полная промывка системы отопления.

увеличение – в 2-2,5 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 $м^2 \cdot К/Вт$ удельные затраты на отопление достаточно резко снижаются и дальнейшее утепление экономически и технологически нецелесообразно.

Об этом также свидетельствуют результаты анализа интегральных данных по удельному потреблению тепловой энергии на отопление жилых зданий в целом по Москве (рис. 4.15). Для адекватного сравнения с другими странами валовое потребление тепловой энергии «очищено» от климатических параметров путем деления на градусо-сутки отопительного периода.

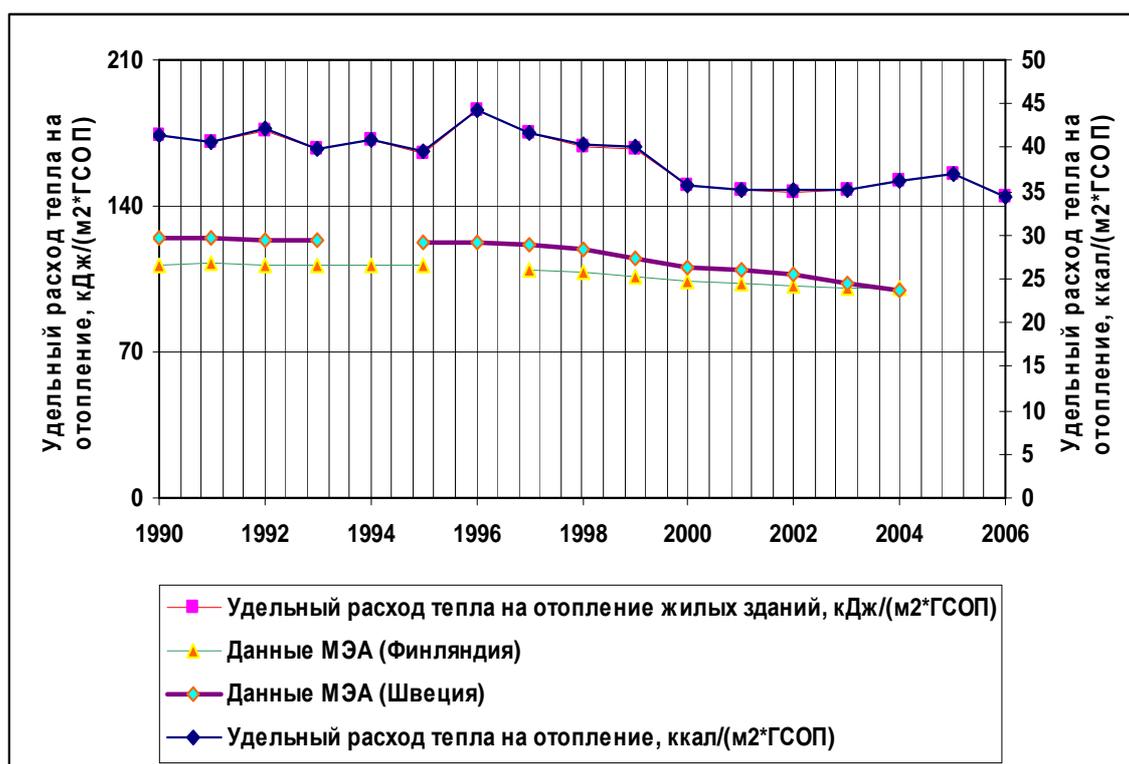


Рис. 4.15. Удельный расход тепловой энергии на отопление жилых зданий

Как уже отмечалось ранее, здания в российской столице (и других городах страны) потребляют на отопление не в 3-5 раз больше, чем здания в Швеции и Финляндии, а в среднем на 40-50%. Причем

существенная часть этого превышения, по крайней мере, в Москве, связана именно с «перетопами» (рис. 4.14), а графики на рис. 4.15 наглядно демонстрируют эффективность последовательной учетной политики в городе, и последствия введения новых нормативов тепловой защиты зданий в 1999 г. Следующий необходимый шаг в повышении эффективности комплекса – это снижение перепоставок тепловой энергии потребителям, то есть задача сетевого хозяйства.

Анализ фактических режимов работы тепловых сетей также показывает существенные отличия от расчетных условий функционирования. На рис. 4.16 показаны температурные режимы для потребителей коммунального хозяйства г. Москвы. На графиках представлен перепад температур сетевой воды на входе в здания в течение отопительного периода 2004-2005 гг.

Для оценки расхождений в поставках тепловой энергии жилищному хозяйству города и степени влияния нерасчетных режимов на балансовые показатели системы производился энергетический аудит на магистральных и распределительных тепловых сетях от ТЭЦ-1 «Воронежэнерго» и на отводах к зданиям. В процессе аудита, который осуществлялся в конце отопительного сезона 2001-2002 гг., производились замеры температурных параметров и расходов теплоносителя на водах в здания и в камерах коммунальных распределительных сетей города (табл. 4.13). Результаты замеров температурных параметров и расходов показали сильную неравномерность и несбалансированность потокораспределения теплоносителя (рис. 4.16-4.18).

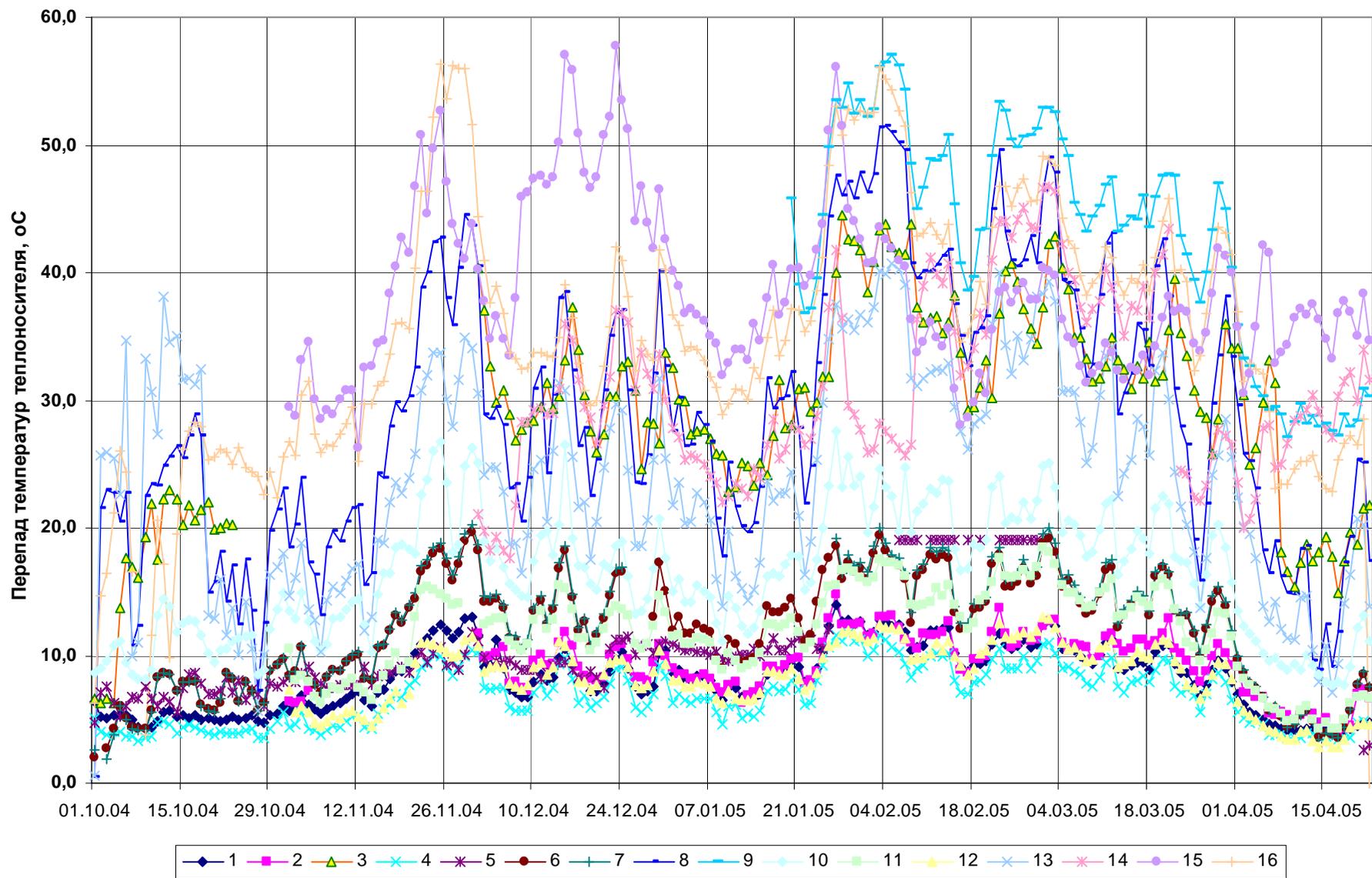
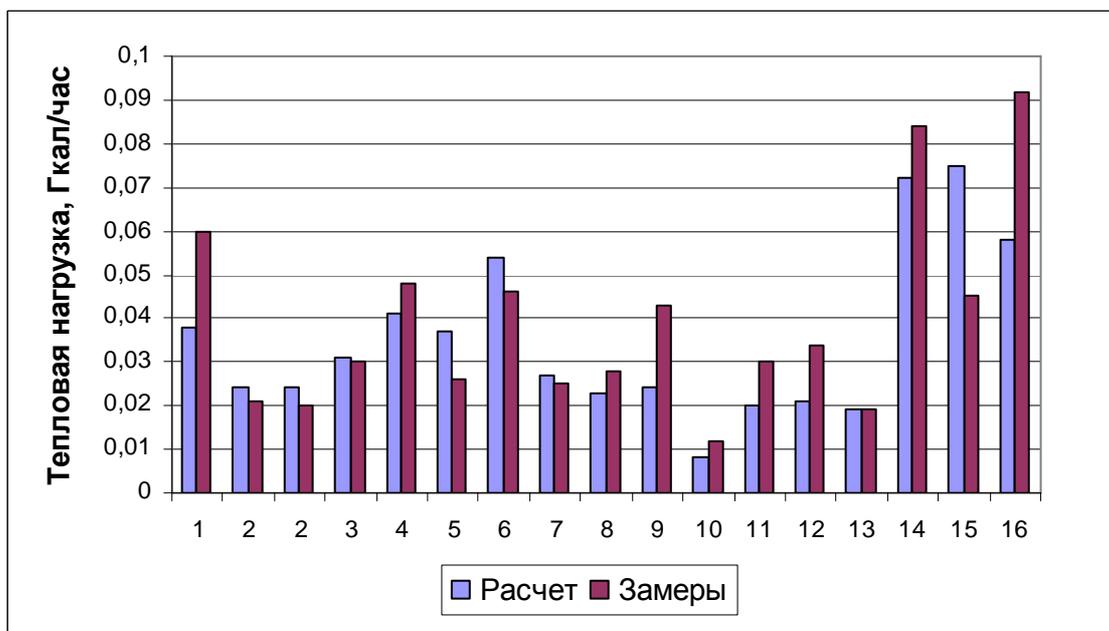


Рис. 4.16. Перепад температур теплоносителя на объектах городского хозяйства



**Рис. 4.17. Сравнение отопительных нагрузок по объектам аудита:
1-16 – непосредственные объекты измерения (здания),
потребляющие тепловую энергию на отопление**

Естественно, в силу разрегулированности гидравлических режимов транспорта теплоносителя, затруднены и нарушены нормальные процессы теплопередачи отопительных приборов зданий. Крайне затруднительно определить и расчетное теплотребление зданиями в таких условиях: графики на рис. 4.14 показывают соотношение расчетных и фактически измеренных нагрузок зданий. В этом случае дисбалансы энергопотребления зданий поглощаются сетью, которая дополнительно выполняет функцию аккумуляции тепловой энергии.

Таблица 4.13. Полный протокол измерений и расчетные параметры отопления зданий

	Объекты анализа	Объем здания	$Q_{от,3}$ Вт/м ³ ч	$Q_{договор}$ Гкал/ч	$Q_{коррект.}$ Гкал/ч	Расход воды, м ³ /ч		Температура, °С		$Q_{факт.}$ Гкал/ч
						прямая	обратная	прямая	обратная	
1.	Камера 5/2/15а					17,9	-	62,0-62,1	56,8-56,9	0,268
1.1	Ул. Ростовская, д.33			0,151	0,038	5,8-5,9	6,6	63,3	53,1	0,06
1.2	Ул. Ростовская, д.35			0,096	0,024	1,9-2,0	1,3-1,4	61,3-61,4	47,0-47,1	0,021
1.3	Ул. Ростовская, д.37			0,097	0,024	8,1-8,2	12,8	63,0	57,7-57,8	0,05
2.	Камера 5/2/32а					4,5	1,3-1,4	62,1	43,6	
2.1	Ул. Костромская, д.17			0,124	0,031	1,6-1,7	2,0-2,1	59,9-60	43,3	0,030
2.2	Ул. Костромская, д.19			0,162	0,041	3,4	2,6	63,3-63,4	47,5-47,6	0,048
2.3	Ул. Костромская, д.25			0,144	0,037	1,2(1,4)	0,6(1,8)	60,2	39,9	0,026
3	Камера ТК 13					22,3-22,7	18,3-18,8	61,1	51,6	0,3
3.1	Ул. Путилина, д.8а	3661	0,48	0,1	0,025	4,3-4,7	1,3-1,5	60	55,4	
3.2	Ул. Небольсина, д.11	7925	0,41	0,157	0,04	3,4-3,6	8,5-8,6	64,6-64,7	52,9	
3.3	Ул. Небольсина, д.13	10989	0,38	0,214	0,054	4,6-4,8	3,1-3,4	63,5	52,1	0,046
4.	Камера 5/2/29					5,5-5,8	5,9-6,5	60,6	45,5	0,087
4.1	Ул. Костромская, д.14			0,108	0,027	2,1-2,5	2,2-2,4	59,3-59,4	47,7-47,8	0,025
4.2	Ул. Костромская, д.16			0,091	0,023	1,2-1,4	3,4-3,7	60,7-60,8	47	0,028 (?)
4.3	Ул. Азовская, д.28			0,095	0,024	2,5-2,8	2,3-2,4	60,5	42	0,043
5.	Камера 5/2/60					10,1-32,2	3,1-5,1	61,8	42,2	

						2,3-14,1 25,5-31,4	3,1-5,1			
5.1	Ул. Волжская, д.13а			0,031	0,008	0,6-2,4	0,7-0,9	60,4	45,2	0,012
5.2	Ул. Волжская, д.13б			0,081	0,02	1,3-3,3	1,6-1,8	60,4	40,9	0,03
5.3	Ул. Костромская, д.23			0,085	0,021	1,5-1,7	1,8-2,0	60,4	40,6	0,034
5.4	Ул. Костромская, д.25			0,076	0,019	0,7-1,2	0,7-1,2	58,6	37,7	0,019
6.	Камера 5/6/6									
6.1	Ул. Ростовская, д.46/6	14485	0,37	0,288	0,072	3,8-3,9	4,3-4,4	63,1	42,1	0,084
6.2	Ул. Ростовская, д.46/7	14523	0,37	0,3	0,075	1,1-1,2	4,4-4,6	63,3	42,6	0,045
6.3	Ул. Ростовская, д.46/8	14626	0,37	0,3	0,075	12,6-12,7 7,7-7,8 5,6-5,8	8,9	63	49,1	
7.	Камера 5/7/3									
7.1	Ул. Ростовская, д.50	13015	0,37	0,221	0,055	5,0-12,2 2,7-3,3 2,4-2,6	8,9-9,2	63,5	51,7	
7.2	Ул. Ростовская, д.50/2	13698	0,37	0,232	0,058	3,3	3,3	63,1	35,1	0,092

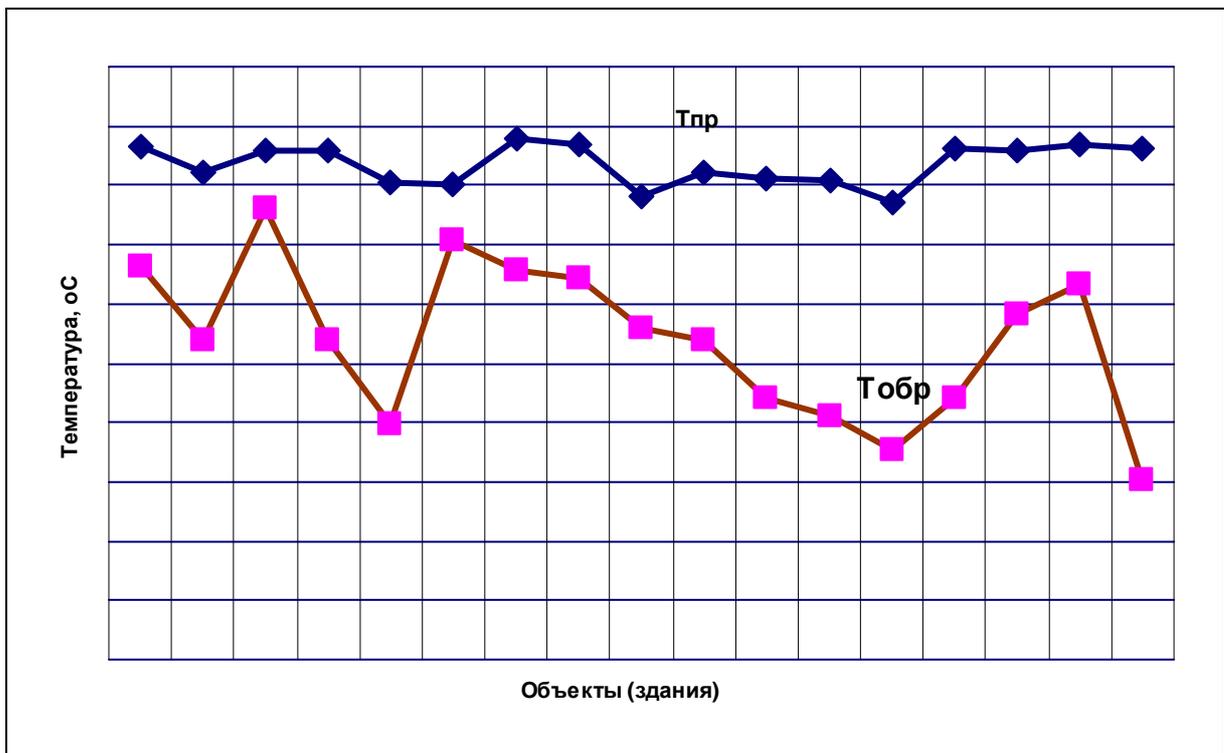


Рис. 4.18. Разброс температур сетевой воды в объектах аудита

На рис. 4.18 показаны колебания параметров теплоносителя – температуры прямой и обратной сетевой воды. Такие результаты проявляются и для многих других разветвленных систем теплоснабжения городов⁹⁹. Если здания, в силу различных причин, плохо «снимают» подводимое тепло, следствием является высокая температура обратной сетевой воды и, как следствие, снижение эффективности работы городских ТЭЦ и РТС.

Увеличивается и расход воды в магистрях, количество электроэнергии на ее подкачку, подпитка сети и др. Таким образом, отклонение буквально одного-двух параметров настройки сети приводит к системному спаду эффективности.

Сочетание системных факторов распределенности систем теплоснабжения с колоссальным износом сетевого хозяйства ведет к колоссальным потерям тепловой энергии, теплоносителя, перерасходам электроэнергии на перекачку воды в сетях. При этом нехватка средств

⁹⁹ Кузнецова Ж.Р. Проблемы теплоснабжения и подходы к их решению на региональном уровне // Новости теплоснабжения. 2002. № 8.

на рационализацию сетей не только «консервирует» такое положение, но и ухудшает работу всего комплекса. В этом случае резко возрастает удельный расход воды на единицу переданной сетью тепловой энергии и, соответственно, затраты электроэнергии, осложняется возможность качественного регулирования тепловой нагрузки.

Таблица 4.14. Диапазоны показателей энергетической эффективности комплекса

Элементы СТЭС	Показатели эффективности	Размерность и значения
Источники ТЭР (ТЭЦ, котельные)	Расход топлива на выработку энергии, кг у.т./Гкал (г у.т./кВт*ч)	150-250 (260-350)
	Выбросы на единицу энергии, г/кВт*ч	ПДВ по CO, SO ₂ , NO ₂ Ограничения по CO ₂
Распределительные сети, тепловые пункты	Расход теплоносителя на передачу тепла, т/Гкал	15-55
	Потери тепловой энергии, %	5-20
	Затраты электроэнергии на перекачку воды, кВт*ч/ГДж	3,6-5,8
Потребители ТЭР (здания, население)	Расходы воды населением, л/чел*сут	250-450
	Диссипативная характеристика, Вт/м ³ *К	0,15-0,8
	Расходы тепла на отопление, Гкал/м ² *год (Гкал/куб.м*год), кДж/м ² *ГСОП	0,10-0,35 (0,02-0,08) 115-155
Структурно-типологические показатели	Протяженность сетей на единицу нагрузки, км/МВт	0,2-0,4
	Материальная характеристика сети, м ²	

Удельные расходы воды возрастают практически в 2,5-3 раза (с 15-20 до 55-60 м³/Гкал), что соответственно влечет за собой и рост энергозатрат на перекачку единицы тепловой энергии (табл. 4.14).

Применение только регулируемых ИТП на зданиях не решит этой системной задачи, так как они отбирают от сети ровно столько

тепловой энергии, сколько требуется потребителям – зданиям, без согласования общих гидравлических режимов. Задача рационализации более высокого уровня несколько упрощается, потому что типологизировав здания (по термической защите, числу жителей, объему), можно перейти к сбалансированности энергопотребления уже в контуре ЦТП, включающем в себя группу зданий.

В качестве примера приведем результаты проведения капитального ремонта комплекса зданий в Восточном округе г. Москвы в 2009-2010 гг. Здания представляют из себя одноподъездные 14-этажные кирпичные «башни» 1976-1983 гг. постройки. Термические сопротивления ограждающих конструкций зданий были достаточно приемлемыми ($0,76-0,78 \text{ м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$), поэтому по просьбе жителей утепление фасадов было проведено лишь на одном здании (дом 75). Тем не менее, эффект от замены окон и модернизации инженерных систем дал значительный эффект (от 19 до 25%). Дополнительное утепление фасадов дало дополнительно около 10-15%. Для выявления точного эффекта от реализации мероприятий капитального ремонта показания счетчиков тепловой энергии «очищались» от климатических колебаний путем приведения к градусо-суткам соответствующего отопительного периода (табл. 4.15).

Отметим, что в этом случае была полностью отрегулирована поставка тепловой энергии, как на самих зданиях, так и на ЦТП № 04-0224/026 (с суммарным эффектом экономии тепла около 32%). Налицо эффект снижения перетопов в первую очередь от нормальной работы регулирующих устройств, и экономия средств при отказе от избыточного утепления. Сбалансированность достигнута за счет согласованной работы сети, потребителей и промежуточных устройств распределения теплоносителя.

Таблица 4.15. Анализ результатов проведения капитального ремонта в зданиях ВАО г. Москвы

Средне- месячные температуры наружного воздуха	Год	январь	февраль	март	октябрь	ноябрь	декабрь	январь	февраль	март	октябрь	ноябрь	декабрь	Среднее значение	Эконо- мия, % 2008/2010	
	2008	-5,8	-1,5	1,8	8,9	2,3	-1,7	Отопительная нагрузка Гкал/С*сут								
	2009	-5,6	-5,4	-0,6	5,8	2,2	-6,5									
	2010	-14,5	-8,4	-1,1	3,8	2,7	-7,6									
Дом №26	2008	155,60	122,20	111,46	66,89	105,87	141,25	0,194	0,203	0,197	0,194	0,199	0,210	0,199	19,21	
	2009	165,72	141,34	119,25	67,39	86,73	111,87	0,208	0,198	0,186	0,153	0,162	0,136	0,174		
	2010	193,50	145,13	110,85	64,52	75,62	143,52	0,180	0,182	0,169	0,128	0,145	0,167	0,161		
Дом №28	2008	158,77	128,40	115,10	86,12	113,57	150,07	0,198	0,213	0,204	0,250	0,213	0,223	0,217	24,78	
	2009	175,90	150,09	126,53	75,46	93,80	110,02	0,221	0,211	0,198	0,171	0,175	0,133	0,185		
	2010	190,83	136,80	105,00	74,21	82,03	147,98	0,178	0,172	0,160	0,147	0,158	0,173	0,163		
Дом №30	2008	158,50	124,50	113,47	68,61	109,08	143,37	0,198	0,206	0,201	0,199	0,205	0,2131	0,204	20,40	
	2009	167,41	143,29	120,09	67,22	89,88	114,34	0,210	0,201	0,188	0,152	0,168	0,139	0,176		
	2010	188,89	145,02	109,74	70,07	75,61	148,57	0,176	0,182	0,167	0,139	0,145	0,173	0,162		
Дом №75 (утепл. фасадов)	2008	149,95	118,15	104,90	64,42	100,71	130,23	0,187	0,196	0,185	0,187	0,189	0,193	0,190	26,44	
	2009	148,136	129,474	110,89	0	84,94	0	0,186	0,182	0,173	0,000	0,159	0,000	0,175		
	2010	0	0	0	66,48	73,051	125,08	0,000	0,000	0,000	0,132	0,140	0,146	0,139		
ЦТП №04- 04-0224/026	2008	1454,96	1201,13	1112,25	753,05	1029,18	1341,35	1,819	1,995	1,971	2,188	1,938	1,994	1,984	32,73	
	2009	1576,62	1337,62	1234,21	610,16	779,27	1103,30	1,986	1,880	1,932	1,386	1,459	1,343	1,664		
	2010	1362,22	1082,11	912,74	642,35	708,56		1,273	1,360	1,395	1,279	1,365	0,000	1,334		
Расчетное теплотребление до ремон- та								0,376	0,188	0,188	0,188	0,188	0,188	0,188	933,3	Гкал/год
Расчетное теплотребление с ремонтом без утепления фасада								0,234	0,117	0,117	0,117	0,117	0,117	0,117	581,9	Гкал/год
Расчетное теплотребление с комплексным капремонтом								0,150	0,075	0,075	0,075	0,075	0,075	0,075	372,54	Гкал/год

Наличие достаточно значительного количества разнородных (разнокачественных) объектов-потребителей свидетельствует о необходимости применения различных устройств распределенного регулирования (управления) энергопотреблением: устройства регулирования на зданиях, согласование регулирования по контурам подачи ТЭР (ЦТП), согласование между распределительными контурами и всей сетью. Актуальность этого резко возрастает в условиях современных мегаполисов, когда так называемая точечная застройка резко уплотняет существующий жилищный фонд, приводя как к повышению теплоплотности, так и к изменению гидравлических режимов тепловой сети.

Для обеспечения устойчивости и надежности работы ближайшего комплекса сети он должен быть снабжен «буферно-аккумулирующими», пиковыми устройствами, использующими современное оборудование утилизации теплоты разного потенциала. При наличии оборудования распределенного регулирования (ИТП) на зданиях, установок переброски дисбалансов (ТНУ), в сочетании с частотным приводом насосов, можно существенно, если не полностью, снизить дисбалансы на уровне ЦТП.

4.5. Выводы

В четвертой главе проведен комплексный анализ изменения расчетных условий эксплуатации региональных энерготехнологических систем. Особенности роста целостных энерготехнологических систем городов и промузлов, различные недостатки качественного развития приводили к существенному снижению расчетной эффективности РЭС.

Интенсивный количественный рост систем теплоэнергоснабжения не всегда сопровождался качественными инфраструктурными изменениями, а их распределённость приводила к росту дисбалансов, обусловленных в том числе разнокачественностью потребителей. При этом существенные расхождения плановых, расчетных и фактических значений тепловых нагрузок затрудняют необходимое выявление и нейтрализацию проявляющихся дисбалансов.

Кроме разнокачественности потребителей, ситуация осложняется еще и их взаимовлиянием друг на друга, на распределительную сеть и на источник, которое всякий раз складывается из учета большого числа различных территориальных факторов, особенностей схемных решений и поведения населения. Ситуация проявляется по-разному в различных городах и регионах страны, что затрудняет выработку единых технологических или инфраструктурных решений.

Совокупность технологических и социально-экономических факторов (резкое падение промышленной нагрузки, сокращение территории и населения страны) в начале 1990-х гг. привела к радикальному изменению ситуации, практически полной потере инфраструктурных преимуществ, переходу РЭС в неэффективные режимы работы, существенному росту аварийности, техногенных рисков. Системы теплоснабжения городов и страны в целом находятся в крайне нерасчетных режимах эксплуатации, что привело к полной потере заложенных в них инфраструктурных преимуществ и попаданию в устойчивую институциональную ловушку неэффективности.

5. ИНСТИТУЦИОНАЛЬНЫЕ ПРЕДПОСЫЛКИ И ОРГАНИЗАЦИОННО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ МЕРЫ ПРОВЕДЕНИЯ ЦЕЛОСТНОЙ ТЕРРИТОРИАЛЬНОЙ ПОЛИТИКИ ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ

5.1. Институциональные проблемы как отражение системной природы коммунальных систем энергообеспечения

Выше в работе была показана взаимозависимость важнейших институциональных, организационно-экономических проблем оптимального развития коммунальных систем теплоэнергоснабжения, включая источники ТЭР, системы распределения и разнородных потребителей. Очевидно, что частные решения энергосбережения на ТЭЦ, в сетях, не дают масштабного эффекта без сочетания их с общими инфраструктурными мероприятиями на всех уровнях единого коммунального комплекса.

Коммунальность в жилищном хозяйстве России выражается в наличии единых систем жизнеобеспечения для основной части жилищного фонда. Устройство этих систем таково, что на каждом участке поддерживаются установленные стандарты обслуживания и единые условия пользования. Коммунальность означает такое устройство материально-технологической среды, при котором все ее части представляют единую нерасчленимую систему и не могут быть обособлены без угрозы ее распада. Централизованный характер технологии отопления, тепло- и водоснабжения, отвода канализации в жилищном фонде создает предпосылки для существования только одного хозяина-собственника всего жилищно-коммунального хозяйства.

В условиях коммунальной инфраструктуры невозможно (или крайне затруднительно) обособленное управление содержанием отдельного дома по той причине, что элементы управления находятся

вне этого жилого дома и вплетены в общую систему управления всем жилищным хозяйством городов. Такая технология обеспечила в свое время выживание и развитие городов России в тяжелых природно-климатических условиях.

В настоящее время она выступает реальным ограничителем на изменения института собственности, превратившись в материальный тормоз на рыночные преобразования в жилищном секторе России.

Вступление в силу Федерального закона от 6 октября 2003 г. № 131-ФЗ «Об общих принципах организации местного самоуправления в Российской Федерации» предусматривает значительное увеличение количества муниципальных образований. При общей установке, о том, что всем имущественным комплексом продолжают управлять муниципальные образования, может привести:

1. к перераспределению собственности на объекты ЖКХ между вновь образуемыми муниципальными образованиями и как следствие – дробление активов;
2. к усложнению расчетных схем между предприятиями ЖКХ и населением, а также созданием дополнительных бюрократических процедур при утверждении тарифов на услуги предприятий жилищно-коммунального хозяйства;
3. из-за инженерной специфики построения коммунальных сетей сложится ситуация, при которой представительный орган одного муниципального образования будет утверждать тарифы на услуги жилищно-коммунального хозяйства другого муниципального образования. По нашему мнению структура (система) тарифообразования и регулирование тарифов должны быть едиными по всему субъекту Российской Федерации.

Избежать подобных коллизий возможно не столько путем принятия новых нормативных правовых актов в сфере регулирования жилищно-коммунального хозяйства, сколько путем радикальной реви-

зии принятых подзаконных актов (зачастую друг другу противоречащих и вступающих в коллизию с действующим законодательством¹⁰⁰).

Теплоснабжение в нашей стране, по мнению ряда исследователей¹⁰¹, является определенной институциональной (коммунально-редистрибутивной) матрицей, устойчивость которой обусловлена определенными социально-историческими и географическими климатическими параметрами, о чем шла речь во второй главе работы. Именно эта устойчивость препятствует насильственному внедрению новых экономических отношений чисто рыночного характера в среду целостных институциональных структур.

Институциональные структуры представляют собой многослойные образования, их необходимой частью являются глубинные интегративные структуры общества, сформировавшиеся как правило, значительное время назад и характеризующиеся большой инерционностью. Действуя как фильтры, институциональные структуры пропускают одну часть внешних воздействий, преобразуют другую и блокируют третью. Важным свойством институциональных структур является их зависимость от предшествующего пути развития, что свидетельствует в пользу их системной природы.

¹⁰⁰ Речь идет о противоречиях между Гражданским и Жилищным Кодексом РФ, скороспелым законодательством о техническом регулировании. Кроме того, проведенная в 2004 г. административная реформа существенно видоизменила функции и задачи государственных органов, достаточно упомянуть, что в настоящее время функции надзора за эффективным использованием энергоресурсов фактически не закреплены за государственными структурами.

¹⁰¹ Кирдина С.Г. Институциональные матрицы и развитие России. – М., 2002 г.

Таблица 5.1. Междисциплинарная проблематика коммунального энергосбережения и пути решения¹⁰²

Проблемы предметной области	Основные причины	Пути ликвидации проблем
Существенные расхождения договорных и фактических значений теплопотребления зданиями жилого фонда	Устаревшие значения договорных нагрузок, расхождения численности зарегистрированного населения	Паспортизация потребителей (зданий), экспресс-аудит с составлением энергетических паспортов
«Перетопы» и «недотопы» зданий жилого фонда	Несбалансированное распределение теплоносителя по зданиям	Установка регулирующих устройств на зданиях, ИТП, промывка систем отопления
Перерасходы горячей, холодной воды населением	Износ оборудования зданий, излишние давления воды, нерациональный расход	Замена элементов арматуры в зданиях, частотный привод насосов водоснабжения
Неполнота данных потребления ресурсов коммунальным комплексом округа	Невозможность установки узлов учета на зданиях, отказы приборов, систем связи	Проверка первичных приборов и систем связи, проверка приборов учета
Нестабильное функционирование систем автоматизированного учета ресурсов	Недостаток необходимого финансирования монтажа и обслуживания всего комплекса	Реализация профильных Постановлений Правительства РФ, Правительства Москвы отработка необходимых документов на уровне округа
Нестыковка данных эксплуатирующих организаций по числу жителей, избытков площади	Расхождения в численности зарегистрированного населения	Проведение комплексной сверки численности, избытков площади
Нет оплаты ресурсов «по факту»	Отсутствие полноты данных о фактическом потреблении, необходимых правовых документов	Отработка необходимых документов на уровне города, округа (Федерации)
Социально-психологическая напряженность и неразбериха	Отсутствие целенаправленной работы с населением по ресурсосбережению	Резкая активизация работы поставщиками ресурсов, муниципалитетами, округом

¹⁰² В таблице приведены проблемы и пути решения на примере комплексного проекта по энергосбережению в коммунальном хозяйстве Центрального округа г. Москвы

Институциональные преобразования являются весьма важной, если не сказать ключевой компонентой, формирующей правовое поле стимулирования энерго- и ресурсосбережения в увязке с существующими стереотипами, привычками, убеждениями. Соответственно, институциональные ловушки – неэффективные, но устойчиво сохраняющиеся формы поведения социальных структур. Коммунальный энергокомплекс (как и вся экономика в целом) попали в устойчивую институциональную ловушку неэффективности, выход из которой не может быть: а – быстрым; б – простым; в – радикальным. Необходим целый комплекс мер; их системность, поэтапность, региональная привязка.

Выход из институциональной ловушки неэффективности, в которой находятся энерготехнологические системы городских поселений, возможен путем их поэтапной рационализации с применением совокупности взаимоувязанных технологических, организационно-экономических, информационных и правовых мероприятий энергоресурсосбережения.

Обозначим некоторые важнейшие характеристики институциональных ловушек в системах энергообеспечения:

- неэффективность приводит к перерасходу бюджетных средств и далее по бюджетной логике к растущим затратам бюджета на энергообеспечение;
- неэффективность и перерасход ТЭР становится выгодным многим заинтересованным сторонам;
- не возникает стимулов и потребностей (верней, они блокируются) к экономии ТЭР;
- сложился прочный контур «неэффективности», который вовлекает в свою орбиту новых участников;
- не сформирован, не выделен субъект действий по снижению потерь и повышению эффективности использования ТЭР;

- пропаганда, примеры передового опыта (опыт демонстрационных проектов) не находят потребителей, неактуальны, так как не сформирована потребность в экономии ТЭР.

Соответственно, выход из институциональных ловушек невозможен только частными техническими, организационными или экономическими мерами, необходима их совокупность, особым образом скоординированная.

Зачастую институциональные проблемы показаны под разными углами зрения, которые не дают возможность полностью оценить их системную природу и соответствующую устойчивость. В частности, существует достаточно распространенное представление институциональной проблематики в виде барьеров на пути снижения потерь и соответственно, повышения эффективности энерготехнологических систем, коммунального комплекса.

К числу таких барьеров, в частности, относят:

- информационные (недостаток информации о прогрессивных способах и технологиях производства, передачи и использования энергоресурсов);
- правовые или административные (недостаток или противоречивость нормативной правовой базы);
- экономические (недостаток или недоступность средств на модернизацию и реновацию энергопроизводящего и энергоиспользующего оборудования);
- психологические (отсутствие мотивации производителей и потребителей энергоресурсов к повышению энергоэффективности);
- технологические (нехватка технологий и современного эффективного оборудования).

Очевидно, что структура и «высота» этих барьеров различна в разных секторах энерготехнологического комплекса, в разных регио-

нах. Их взаимоувязка не дает возможности «одолеть» их сразу, возможен только поэтапный путь их выявления и устранения. Энергосбережение в ЖКХ тесно связано с множеством социально-экономических, культурных аспектов, поэтому без их учета реализация технических мероприятий будет существенно неполной, не принесет нужного эффекта, а в ряде случаев просто останется пустой тратой средств¹⁰³. В этой связи территориальные различия и особенности определяют приоритеты и формируют разные сценарии проведения этих мер и мероприятий.

Для примера можно обратиться к некоторым результатам реальных проектов.

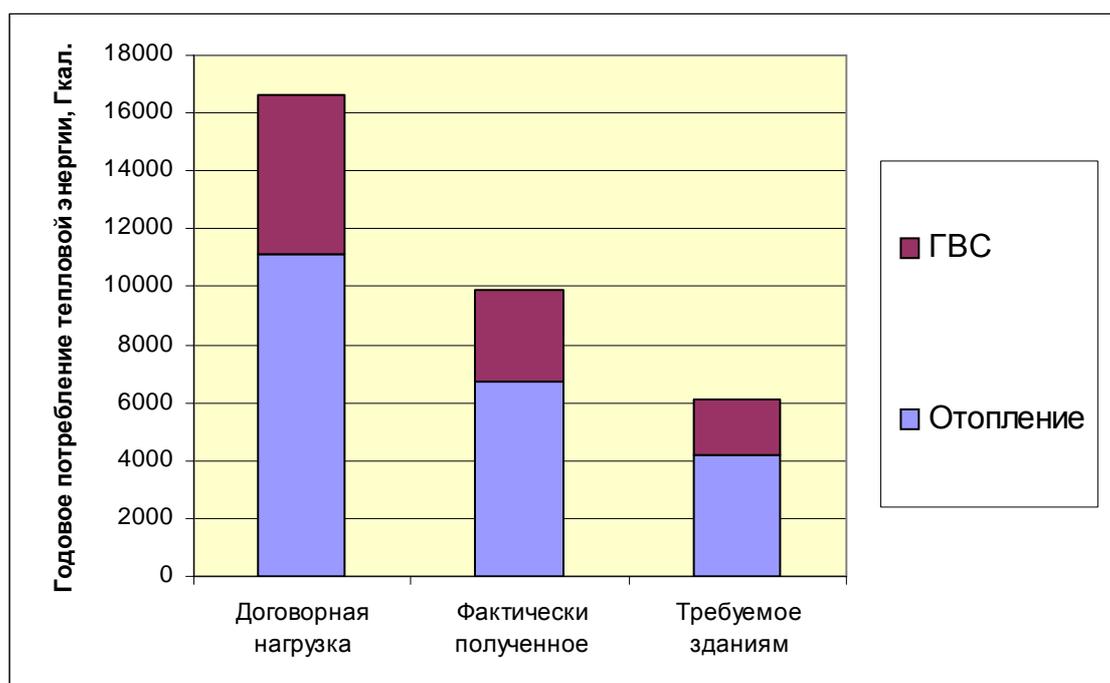


Рис. 5.1. Сопоставление договорных, расчетных и фактических годовых тепловых нагрузок по ЦТП Пресненского района

¹⁰³ В частности, не комплексный подход к установке узлов учета привел к тому, что сотни и тысячи приборов, установленных в зданиях, остались в неработоспособном состоянии практически сразу после их монтажа

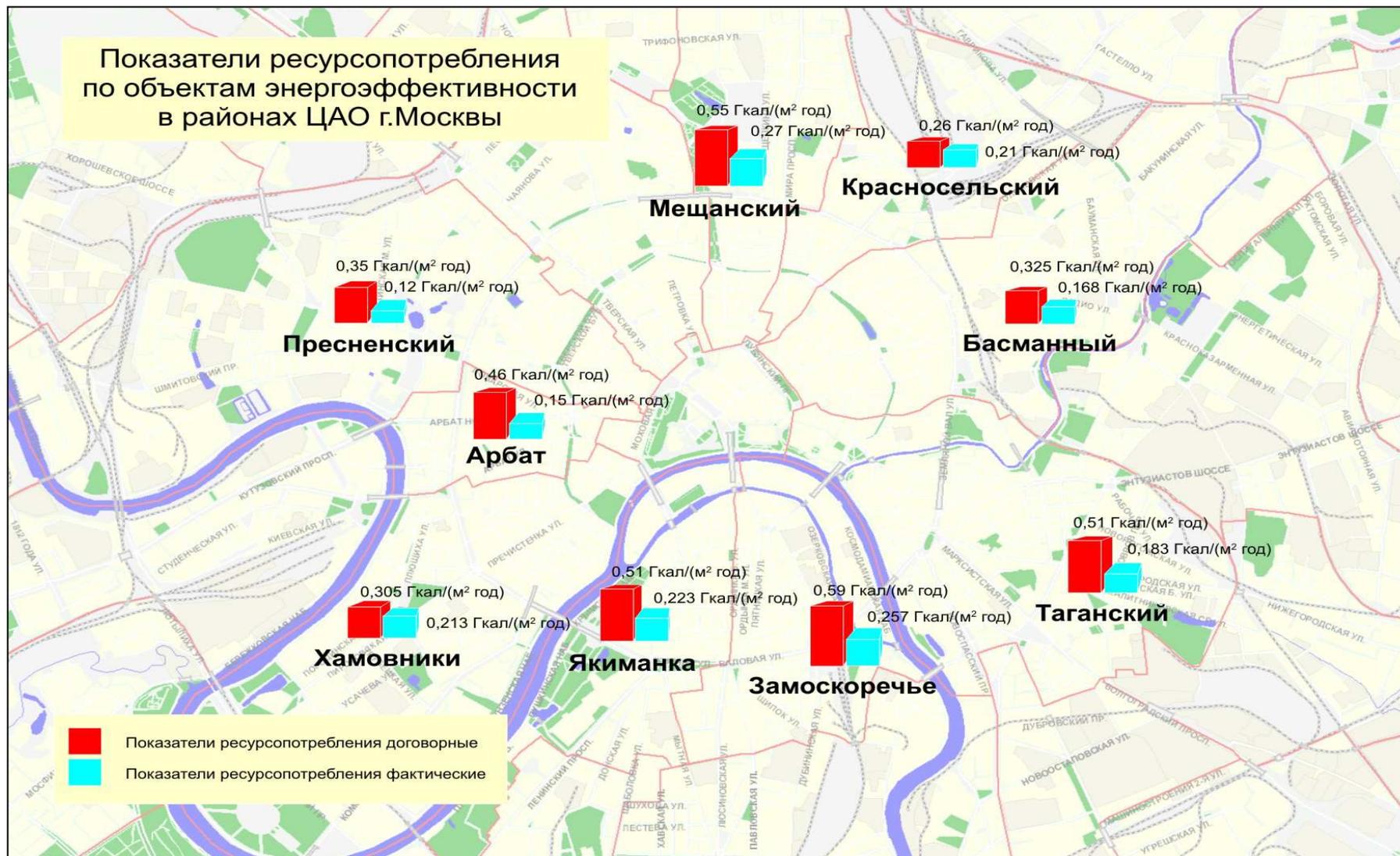


Рис. 5.2.

На рис. 5.1-5.2 показаны существенные расхождения расчетных и фактических значений потребляемой тепловой энергии: если рис. 5.1 показывает нам частный случай одного ЦТП в Пресненском районе Москвы, то карта на рис. 5.2 дает наглядную картину подобных расхождений во всех районах Центрального округа столицы. Первое «расхождение» снимается за счет наведения порядка в учете, второе – за счет установки систем регулирования. На рис. 5.3 показано значительное сокращение разницы между расчетным и фактическим количеством тепловой энергии, которого удалось добиться после массовой и последовательной установки систем учета на территории Центрального округа г. Москвы (более подробно эта работа рассмотрена в п. 5.3 данной главы).

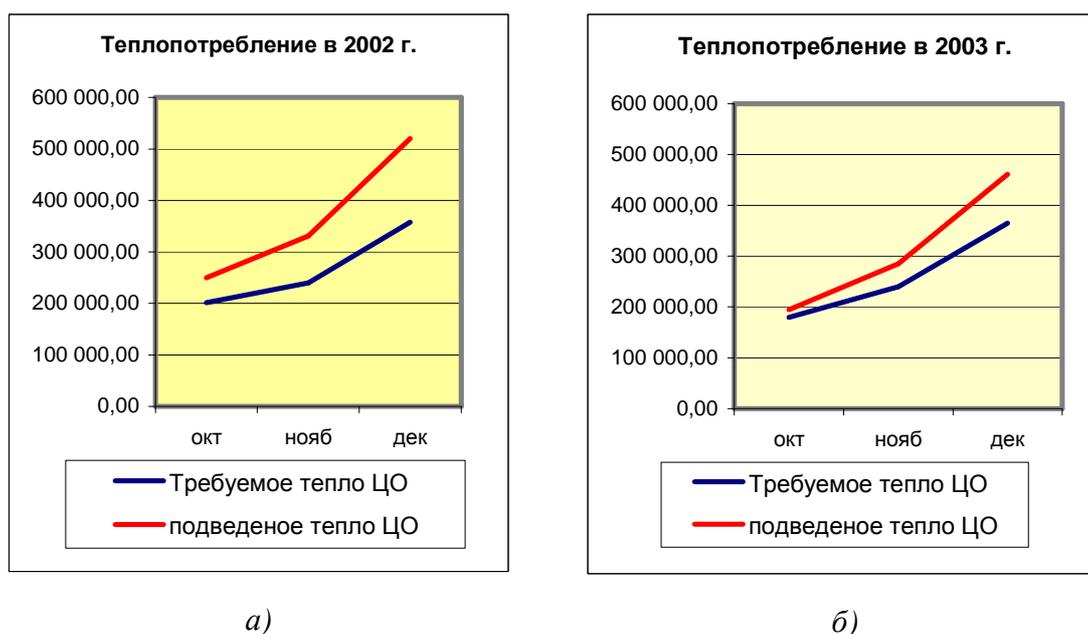


Рис. 5.3. Дисбалансы между требуемым количеством тепла для отопления и подведенным по реестрам теплоснабжающих организаций:
а – теплопотребление в 2002 г.; б – теплопотребление в 2003 г.

Следующая после установки систем учета стадия – регулирование теплопотребления с целью уменьшения «перетопов».

Отсутствие важнейшего институционального звена – энергосервисных компаний, – приводит к тому, что системы регулирования зданий некому эксплуатировать и перерасходы тепловой энергии продолжают (рис. 5.4).

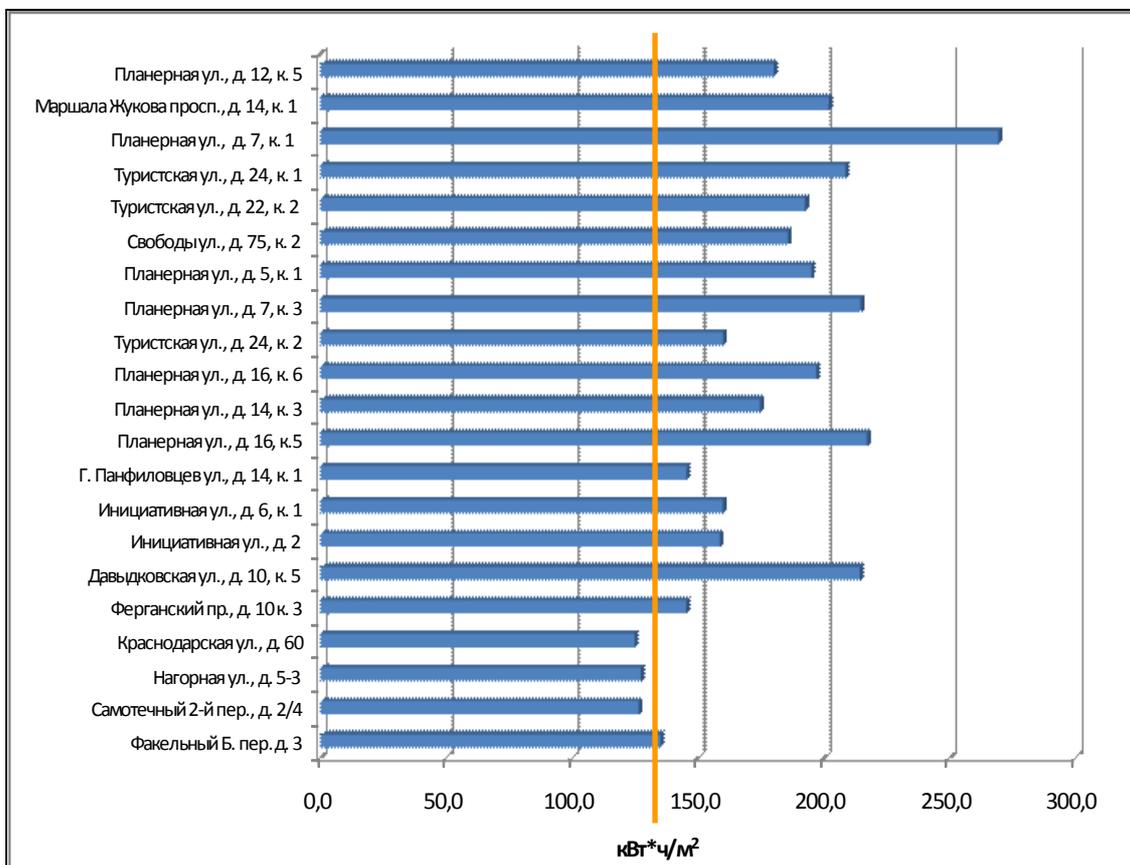


Рис. 5.4. Перерасходы тепловой энергии на отопление в зданиях г. Москвы (оборудованных автоматизированными узлами управления теплопотреблением) после проведения капитального ремонта.

Как справедливо отмечают авторы¹⁰⁴ реальных исследований в разных регионах страны, никакие «рыночные» механизмы и сигналы не в коммунальном хозяйстве не заработают, пока не будет четко определено – кто реальный покупатель и «что лежит на прилавке продавца». В конечном счете, речь идет о создании заинтересованности всех звеньев коммунального комплекса территории – от поставщиков

¹⁰⁴ Башмаков И.А. Вопросы экономики. 2004 г. № 4.

до потребителей, в экономном расходовании и использовании топливно-энергетических ресурсов всех видов.

При этом декларируемая либерализация инфраструктурной сферы сама по себе не влияет решающим образом на стоимость и качество услуг. Влияние оказывают реальная конкуренция, регулирование и неусыпный контроль за снижением издержек. Приватизация услуг в сфере водоснабжения и канализации во всех либерализовавшихся странах мира и во всех случаях привела к сильному и резкому повышению тарифов, что порой стало причиной катастрофических последствий даже в странах с теплым климатом. Только в половине случаев приватизации, как показывает анализ, частник работал лучше, в каждом случае за счет компетенции персонала, его мотивации. Базовыми факторами успеха оказываются прозрачность деятельности организаций, их подотчетность, компетентность и добросовестность персонала, а не форма или статус собственника.

Вся законодательная база дальнейшего развития систем теплоснабжения как в части либерализации, так и плане надежности, требует дальнейшего развития, при этом заимствование за рубежом правительственных и эффективно работающих законов плохо адаптируется к российской действительности. Доступ к социальным услугам – одно из основополагающих прав человека, закрепленных в Пакте ООН об экономических, социальных и культурных правах. Системы жизнеобеспечения населенных пунктов трактуются как комплексная сфера, где реализуется естественное право человека на достаточное и адекватное жилище, а не в качестве рыночной площади, где происходит обмен товара на деньги. Осуществление права на достаточное и адекватное жилище не есть проблема исключительно самого человека, но является проблемой всего общества и государства.

Поэтому кроме соответствующих политических решений, новая методология (идеология) должна базироваться, включать в себя взаи-

мосогласованные технические, организационно-экономические, информационные решения, социально – психологические технологии энергоресурсосбережения, соответствующие политические решения.

5.2. Анализ правового опыта стимулирования энерго- и ресурсосбережения

Законодательная политика в области энергетики, как уже отмечалось выше, в последнее время не отличалась продуманностью и целостностью: Федеральный закон «Об энергосбережении» от 1996 г. не пересматривался на протяжении 12 лет и только после подписания Президентом РФ в июне 2008 г. Указа № 889 «О повышении энергетической и экологической эффективности Российской экономики» начали формироваться основы новой энергетической политики.

Важным событием в этом направлении стало проведение заседания Госсовета по проблематике энергосбережения и энергоэффективности в Архангельске летом 2009 г., на котором было решено ускорить принятие нового Федерального закона, подготовить комплекс обеспечивающих подзаконных актов. Комплекс дополнительных нормативных правовых актов выпускается министерствами и ведомствами с быстротой и упорством, явно достойными лучшего применения. Институциональная несбалансированность правовых документов внутри одной предметно-правовой области очевидна даже не юристам (табл. 5.2).

Основополагающий общероссийский документ – Федеральный закон № 261-ФЗ «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности...», принятый осенью 2009 г., делает упор на всеместную установку приборов учета и проведение энергетических обследований зданий, предприятий, бюджетных объектов, опуская

промышленность. Неоправданно много места в Законе уделяется саморегулируемым организациям энергоаудиторов (невзирая на наличие соответствующего профильного закона о саморегулируемых организациях), но не это главное. Аудиты в промышленности и ЖКХ делались и до этого; важно, чтобы их результаты не пропали даром, и были учтены или актуализированы в соответствующих информационных базах.

Кроме того, не вполне понятно, почему законодательство перекладывает на потребителя затраты на установку систем учета энергоресурсов: к сожалению, из Закона об энергосбережении в процессе второго чтения выпала важная глава о защите прав потребителей при проведении мероприятий по энергосбережению и повышению энергетической эффективности. В регионах назрел комплекс вопросов¹⁰⁵, который делает актуальной задачу поэтапной коррекции законодательства об энергосбережении, подзаконных актов.

¹⁰⁵ Материалы Парламентских слушаний по реформе ЖКХ в Государственной Думе по реализации законодательства об энергосбережении в ноябре 2010 г.

Таблица 5.2. Некоторые ключевые особенности последних законодательных документов в энергосбережении

№	Принятые законодательные акты	Важнейшие особенности и параметры актов	Взаимувязка законодательных актов
1.	Указ Президента Российской Федерации от 4 июня 2008 г. № 889 «О некоторых мерах по повышению энергетической и экологической эффективности российской экономики»	Требование снижения энергоемкости ВВП РФ на 40% к 2020 г. по сравнению с 2007 г.	Целевой показатель в региональных и в государственной программе энергосбережения
2.	«Основные направления государственной политики в сфере повышения энергетической эффективности электроэнергетики на основе использования возобновляемых источников энергии на период до 2020 г.», утвержденные Распоряжением Правительства РФ № 1-р от 08.01.2009 г	Достижение производства энергии на ВИЭ 2,5% в 2015 г. и 4,5% в 2020 г.	Показатель в ряде региональных и в государственной программе энергосбережения
3.	Перечень поручений Президента Российской Федерации по итогам расширенного заседания Президиума Государственного совета Российской Федерации от 2 июля 2009 г. Пр-1802ГС от 15 июля 2009 г.	Разработать Федеральную и региональные программы энергосбережения, целостную систему управления	-
4.	Федеральный закон от 23 ноября 2009 г. № 261-ФЗ «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации»	Сокращение потребления ТЭР в бюджетной сфере на 15% за 5 лет (~3% ежегодно).	Разработка и утверждение 91 документа согласно Распоряжения Правительства РФ № 1830-р от 1.12.2009 г. Внесение поправок в 17 законодательных актов
5.	Указ Президента Российской Федерации от 13 мая 2010 г. № 579 «Об оценке эффективности деятельности органов исполнительной власти субъектов Российской Федерации и органов местного самоуправления городских округов и муниципальных районов в области энергосбережения и повышения энергетической эффективности»	Внесение в число показателей оценки деятельности региональных органов власти пяти ключевых показателей	Указ Президента Российской Федерации от 28 апреля 2008 г. № 607 «Об оценке эффективности деятельности органов местного самоуправления городских округов и муниципальных районов»
6.	Государственная программа энергосбережения и повышения энергетической эффективности на период до 2020 г.	Механизм субсидирования лучших региональных программ энергосбережения	Проходит апробацию в заинтересованных ведомствах
7.	Федеральный Закон от 27 июля 2010 г. № 190-ФЗ «О теплоснабжении»	Необходимость разработки ТЭБ регионов, обязательность схем теплоснабжения городов	Разработка дополнительных документов. Внесение поправок в законодательные акты

Новый Федеральный закон № 261-ФЗ «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности...» определяет необходимость разработки региональных программ энергосбережения в достаточно сжатый срок, не давая при этом методологии их разработки¹⁰⁶. Программы выполнены самые разные, всего в десятке из них рассчитан энергетический баланс и оценен потенциал энергосбережения. Немалое число программ напоминают аналитический отчет, главы из учебников по энергетике, наборы несвязных мероприятий. Очень редко, когда соблюден баланс между аналитикой и четкой программой действий по достижению заявленного результата.

В единичных программах комплекс предлагаемых мероприятий и показатели соответствуют оцененному потенциалу энергосбережения территории, чаще всего эти два раздела существуют отдельно друг от друга. И полный разрыв в утвержденных программах – закономерное следствие нечеткости государственной политики в энергосбережении, полное отсутствие единой методологии в разработке и реализации программ, невнимания к региональным особенностям и существующему опыту с позиций единой федеральной политики.

Конечно, регионы России прошли разный путь по пути энергоэффективности, реализуя разные пилотные проекты, отрабатывая те или иные инвестиционные механизмы. Насколько возможно в этом случае обратиться к зарубежному опыту проведения политики энергосбережения?

¹⁰⁶ Пример такой «нечеткости» законодательства по энергосбережению – Постановление Правительства РФ № 1225 от 31.12.2009 г. «О требованиях к региональным и муниципальным программам в области энергосбережения и повышения энергетической эффективности», включающее «Перечень целевых показателей в области энергосбережения и повышения энергоэффективности». Среди всего перечня может быть всего 10% показателей, которые по сути характеризуют энергоэффективность, остальные относятся к учетно-расчетной политике, существенно затрудняя понимание реальной картины в регионе, жилищном фонде и бюджетной сфере. Для сравнения – в Беларуси в этих целях используются 6-7 параметров, которые законодательно введены в ежеквартальные показатели государственной статистической отчетности.

Пройденный западными странами впечатляющий путь повышения энергетической эффективности можно условно разделить на два этапа (табл. 5.3). На первом этапе (1974-1990 гг.) происходило интуитивное формирование законодательной базы, поиск правильного соотношения между законодательно-принудительными и экономическими инструментами. Полная и надежная информация для принятия решений отсутствовала. В этой связи возникла необходимость разработать и внедрить систему мониторинга и оценки (чтобы отслеживать – что из этих механизмов работает, а что нет). Нет сомнения, что наличие адекватной статистики имеет решающее значение для выработки эффективной политики.

Таблица 5.3. Этапы и особенности проведения политики энергосбережения в странах Евросоюза

Период времени	Особенности проведения политики энергосбережения
1974-1990 гг.	<p>Работа началась с программ по НИОКР в области отдельных технологий;</p> <p>Программы, адресованные отдельным секторам экономики, были разработаны позже;</p> <p>Началась разработка национальных программ Европейских государств;</p> <p>Первоначально были слабо проработаны цели и мониторинг программ</p>
1990-2010 гг.	<p>Когда давление на политику в области энергоэффективности возросло (экология, изменение климата), законодательство ЕС стало играть важную роль, благодаря растущему числу мер и росту их экономической эффективности;</p> <p>Гармонизация и интеграция национальных политик в единую политику ЕС (этот процесс потребовал много времени);</p> <p>Информационные инструменты (справочники наилучших доступных технологий энергоэффективности), стандарты и менеджмент энергоэффективности</p>

Отсутствие необходимого инструментария для выработки политики (сводных энергобалансов, сценариев энергоэффективности, детальной информации по секторам) заставило создавать специальные органы, которые координировали эту работу. Системы статданных (энергобалансы), дополненные программами (обследованиями) – основные источники информации, но их формирование требует времени. Работа начиналась с программ предприятий и отраслей, разнообразных механизмов поддержки ВИЭ и поэтапно переходила на уровень государственной политики.

На втором этапе (1990-2010 гг.) образованные органы и агентства по энергоэффективности централизуют информацию и ее анализ, а также координируют работу между различными организациями на национальном уровне и на уровне ЕС в целом. Общеввропейская рамочная политика работает на практике, но подразумевает определенную гибкость на уровне отдельных стран. Мониторинг и оценка эффективности политики стали более значимыми, значительно возросло влияние «зеленой» составляющей энергосбережения. По мнению ряда ведущих специалистов в этой отрасли, льготы и «мягкие» меры поддержки не заработали, пока не были дополнены довольно жесткими штрафными санкциями и ограничениями. Институциональный баланс был найден поэтапно, в процессе «проб и ошибок», которые можно избежать в нашей стране для экономии времени (а также усилий и средств).

В качестве другого примера можно обратиться к опыту совсем других стран, также создающих свою целостную политику энергосбережения и повышения энергетической эффективности (табл. 5.4). Именно необходимость повсеместных энергетических обследований, необходимость жесткого государственного контроля присуща политике Индии и Китая. Похожим образом развивалась ситуация в Белоруссии, которой удалось за 15 лет практически вдвое снизить энерго-

емкость ВВП последовательными и выверенными мерами государственной поддержки информационной и ресурсосберегающей политики.

Кроме того, в сфере энергокомплекса совсем недавно (летом 2010 г.) принят еще один важный Федеральный закон – «О теплоснабжении». Закон «О теплоснабжении» вводит несколько новых механизмов: обязательность схем теплоснабжения городов; необходимость разработки топливно-энергетических балансов регионов и муниципальных образований.

Различия в институциональной целостности правовых документов такого уровня хорошо видны на примере сравнения с Датским законом «О теплоснабжении», принятым без малого два десятилетия назад (табл. 5.5). Важность ситуации в системах жизнеобеспечения, на наш взгляд, предопределяет создание специального Кодекса об основах политики обеспечения жизнедеятельности и безопасности страны, определяющего рамочные условия функционирования систем энергообеспечения на основе реализации базовых конституционных прав и свобод.

Таблица 5.4. Предпосылки и особенности проведения политики энергосбережения в разных странах

	США	Северная Европа	Индия, Китай	Белоруссия
Внешние предпосылки и факторы	Озабоченность сохранением национальных запасов природных ископаемых для будущих поколений	Озабоченность климатическими изменениями, исчерпанием запасов нефтегазовых месторождений Северного моря и ростом зависимости от импорта энергоресурсов	Озабоченность сохранением высоких темпов роста в условиях нехватки полезных ископаемых	Озабоченность развитием экономики в условиях высокой зависимости от импорта ТЭР
Особенности потребления ТЭР экономикой	Высокое потребление энергоресурсов недвижимостью, малым бизнесом, населением	Высокое потребление энергоресурсов недвижимостью, малым бизнесом, населением	Высокое потребление промышленностью	Высокая энергоемкость экономики, повышенное потребление ТЭР недвижимостью
Поддержка и осведомленность населения	Ограниченная поддержка населением усилий Правительства	Поддержка общественностью действий Правительства	Низкая осведомленность населения	Определенная поддержка населением действий Правительства по снижению энерго-зависимости страны
Приоритетные меры и направления	Маркировка, строительные стандарты, НИОКР, запрет неэффективных товаров, требования к эффективности бюджетных учреждений	Маркировка, строительные стандарты, НИОКР, соглашения с предприятиями, налоги на выбросы, требования к эффективности бюджетных учреждений	Обязательный энергетический аудит, создание координирующего органа, запрет неэффективных товаров, строительные стандарты, требования к эффективности бюджетных учреждений	Обязательный энергетический аудит, создание координирующего органа, запрет неэффективных товаров, строительные стандарты, требования к эффективности бюджетных учреждений

Таблица 5.5. Сравнительные параметры Российского и Датского законодательства о теплоснабжении

Параметры законов	Датский закон о теплоснабжении	Федеральный Закон от 27 июля 2010 г. № 190-ФЗ «О теплоснабжении»
Год принятия	июнь 1990 г.	июль 2010 г.
Цели, задачи закона. Основные принципы развития теплоснабжения.	<p>- обеспечение наиболее социально-экономического и экологически безопасного использования энергии для отопления зданий и снабжения их горячей водой;</p> <p>- снижение зависимости энергосистемы от нефти</p> <p>Окружной совет должен следовать тенденциям к объединению с коллективной системой теплоснабжения в своем муниципалитете. В этом отношении предприятие, которое обеспечивает централизованное теплоснабжение и подачу природного газа, должно предоставлять окружному совету каждый последующий год, начиная с 1 января 1991 г., отчет о присоединении. В случае, если такое предприятие работает на коллективную систему теплоснабжения в двух или более муниципалитетах, отчет должен включать план темпа присоединений в каждом муниципалитете и во всей снабжаемой местности.</p>	<p>- обеспечение надежности теплоснабжения в соответствии с требованиями технических регламентов;</p> <p>- обеспечение энергетической эффективности теплоснабжения и потребления тепловой энергии с учетом требований, установленных федеральными законами;</p> <p>- обеспечение приоритетного использования комбинированной выработки электрической и тепловой энергии для организации теплоснабжения;</p> <p>- развитие систем централизованного теплоснабжения;</p> <p>- соблюдение баланса экономических интересов теплоснабжающих организаций и интересов потребителей;</p> <p>- обеспечение экономически обоснованной доходности текущей деятельности теплоснабжающих организаций и используемого при осуществлении регулируемых видов деятельности в сфере теплоснабжения инвестированного капитала;</p> <p>- обеспечение недискриминационных и стабильных условий осуществления предпринимательской деятельности в сфере теплоснабжения;</p> <p>- обеспечение экологической безопасности теплоснабжения.</p>
Основные субъекты и процедуры управления	<p>Окружной совет должен гарантировать, что любой проект теплоснабжающего предприятия коллективного пользования будет учитывать следующие положения:</p> <p>- что оно снабжает определенный район тепловой</p>	<p>Процедуры управления закреплены в соответствии с распределением полномочий между Федеральным, региональным уровнем и органами местного самоуправления.</p> <p>Контроль за соблюдением правил и требований законодательства теплоснабжающими организациями осуществляется само-</p>

	<p>энергией для целей отопления в конкретных размерах;</p> <ul style="list-style-type: none"> - что оно проектируется так, чтобы обеспечить наиболее экономное использование энергии; - что его работа скоординирована с деятельностью других подобных предприятий; - что любое предприятие свыше 1 МВт будет преобразовано для комбинированного производства тепловой и электрической энергии 	<p>регулируемыми объединениями.</p> <p>Государственный контроль (надзор) за деятельностью саморегулируемых организаций в сфере теплоснабжения осуществляется федеральным органом исполнительной власти, уполномоченным на реализацию государственной политики в сфере теплоснабжения (далее - орган надзора за саморегулируемыми организациями), путем проведения плановых и внеплановых проверок.</p>
Ключевые механизмы законов	<p>Если теплоснабжающее предприятие коллективного пользования предполагает, что оно не будет в состоянии выполнить распоряжение о создании предприятий по комбинированному производству тепла и энергии, оно обязано пригласить другую организацию, готовую взять на себя ответственность по созданию и руководству предприятием и по его расширению при необходимости, а также работу оборудования и всей установки.</p>	<p>Реализация включенных в схему теплоснабжения мероприятий по развитию системы теплоснабжения осуществляется в соответствии с инвестиционными программами теплоснабжающих организаций или теплосетевых организаций и организаций, владеющих источниками тепловой энергии, утвержденными уполномоченными в соответствии с настоящим Федеральным законом органами в порядке, установленном правилами согласования и утверждения инвестиционных программ в сфере теплоснабжения, утвержденными Правительством Российской Федерации.</p>
Особые условия	<p>В случае необходимости экспроприации для проведения трубопроводов и оборудования для теплоснабжения, необходимых для создания коллективного предприятия по теплоснабжению, а также для установки сооружений, необходимых для подачи и распределения природного газа с иными целями, чем отопление, может быть осуществлено следующее:</p> <ul style="list-style-type: none"> - приобретены права собственности на землю, постройки и недвижимость, на любые аксессуары, за- 	<p>Теплоснабжающие организации и теплосетевые организации, осуществляющие свою деятельность в одной системе теплоснабжения, ежегодно до начала отопительного периода обязаны заключать между собой соглашение об управлении системой теплоснабжения в соответствии с правилами организации теплоснабжения, утвержденными Правительством Российской Федерации.</p> <p>Необходимость разработки ТЭБ регионов, обязательность схем теплоснабжения городов.</p>

	<p>крепленные по праву собственности за землей или постройками;</p> <ul style="list-style-type: none"> - постоянно или временно ограничено право распоряжения такой недвижимостью или может быть приобретено право на распоряжение недвижимостью для особых целей; - права на недвижимость могут быть постоянно или временно приобретены или могут быть наложены ограничения в этой области 	<p>Органы местного самоуправления поселений, городских округов и органы исполнительной власти субъектов Российской Федерации составляют топливно-энергетические балансы соответственно поселений, городских округов и субъектов Российской Федерации в порядке и по форме, которые утверждаются федеральным органом исполнительной власти, уполномоченным на реализацию государственной политики в сфере теплоснабжения.</p>
<p>Тарифная политика, формирование Комитета по ценам</p>	<p>Цена на природный газ в тепловых единицах не может превышать потребительскую цену. Министр Энергетики должен сформулировать административные положения, определяющие метод расчета, после предоставления их на рассмотрение и утверждение Парламентскому Комитету по Энергетике.</p> <p>В случае, если цена или условия, которые расцениваются комиссией необоснованными или противоречат разделу 20 настоящего Закона, не могут быть приняты путем переговоров, Комитет должен указать на необходимость изменения цены или условия.</p> <p>Если цена или условие может показаться ведущей к неэкономичному использованию энергии, нарушающему общественные интересы, после обсуждения этого раздела, Комитет может издать приказ об изменении цен или условий.</p> <p>Комитет по Ценам на Газ и Тепло должен включать председателя и 13 других членов, назначенных Министром Энергетики. Председатель и 7 членов долж-</p>	<ul style="list-style-type: none"> - обеспечение доступности тепловой энергии (мощности), теплоносителя для потребителей; - обеспечение экономической обоснованности расходов теплоснабжающих организаций, теплосетевых организаций на производство, передачу и сбыт тепловой энергии (мощности), теплоносителя; - обеспечение достаточности средств для финансирования мероприятий по надежному функционированию и развитию систем теплоснабжения; - стимулирование повышения экономической и энергетической эффективности при осуществлении деятельности в сфере теплоснабжения; - обеспечение стабильности отношений между теплоснабжающими организациями и потребителями за счет установления долгосрочных тарифов; - обеспечение открытости и доступности для потребителей, в том числе для населения, процесса регулирования цен (тарифов) в сфере теплоснабжения; - создание условий для привлечения инвестиций;

	<p>ны быть независимыми от интересов снабжения и муниципальных интересов, они должны представлять интересы потребителя и осуществлять необходимую экспертизу. Из числа оставшихся членов (6 человек), один должен быть рекомендован Ассоциацией по производству энергии Дании, один – Ассоциацией Окружного обеспечения теплом Дании, один – Компанией с ограниченной ответственностью «Природный газ Дании», один по совместной рекомендации распределительных компаний природного газа, один – Национальной Ассоциацией Местной власти Дании и один – по совместной рекомендации Муниципалитетов Копенгагена и Фредериксбурга</p>	<ul style="list-style-type: none"> - определение размера средств, направляемых на оплату труда, в соответствии с отраслевыми тарифными соглашениями; - обязательный отдельный учет организациями, осуществляющими регулируемые виды деятельности в сфере теплоснабжения, объема производства тепловой энергии, теплоносителя, доходов и расходов, связанных с производством, передачей и сбытом тепловой энергии, теплоносителя; - контроль за соблюдением требований законодательства об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности в целях сокращения потерь энергетических ресурсов, в том числе требований к разработке и реализации программ в области энергосбережения и повышения энергетической эффективности, требований к организации учета и контроля используемых энергетических ресурсов.
Дополнительные акты	-	Дополнительные требования, правила и регламенты, утверждаемые Правительством

5.3. Приоритеты государственной политики энергоресурсосбережения

В связи с тем, что сфера ЖКХ является сферой жизнеобеспечения, считаем необходимым ограничить свободу предпринимательства федеральным законодательством, предписать наличие определенных систем безопасности в системах жизнеобеспечения и механизм государственного контроля за этой системой. Институциональный статус систем жизнеобеспечения городов и поселков должен быть закреплён в специальных законодательных актах или Кодексе об основах политики обеспечения жизнедеятельности и безопасности страны.

В числе таких первоочередных мер необходимо упомянуть (табл. 5.6):

- закрепление институционального статуса систем жизнеобеспечения регионов, с выделением бюджетной строки под обеспечение минимальных условий жизни в регионах в зависимости от климатических условий;
- повышение роли и «веса» потребителей (создание и развитие сообществ – кондоминиумов, товариществ собственников жилья, территориальных форм самоуправления);
- повышение роли потребителей в обсуждении и формировании тарифов на поставляемые ресурсы;
- развитие открытых процедур заключения договоров на поставку ресурсов, открытость информации о деятельности поставщиков;
- возможность использования бюджетной экономии на возмещение разницы в тарифах территориальными органами управления (самоуправления) для целей энергоресурсосбережения;
- создание единых нормативных принципов тарификации услуг ЖКХ на основе баланса интересов поставщиков, потребителей и территории;

- отработка нормативных предпосылок согласования работы поставщиков, потребителей ресурсов;
- поэтапная «гармонизация» нормативно-правовых актов регионального и Федерального уровня.

Законодательство Российской Федерации о естественных монополиях и ценовом регулировании концептуально не отвечает повестке развития Российской Федерации и в нем, в частности:

- 1) отсутствуют инструменты государственного регулирования в переходный период от естественно-монопольных к конкурентным рынкам;
- 2) механизмы ценообразования осуществляются без учета принципов (стандартов) качества услуг;
- 3) не институционализированы отношения с потребителями;
- 4) отсутствуют косвенные методы государственного ценообразования.

Таблица 5.6. Базовый комплекс институциональных мер и мероприятий гармонизации и баланса интересов

Базовые направления институциональных мер	Основные цели и задачи комплекса мер	Содержание и механизмы реализации
Создание функционально необходимых институциональных структур в системе взаимодействий поставщиков и потребителей ТЭР	Дополнительные преимущества создания объединений потребителей/граждан (кондоминиумы, ТСЖ, ТОС)	Понятные и прозрачные процедуры, обеспечивающие недискриминационный доступ к услугам и урегулирование конфликтов в досудебном порядке
	Институализация энергосервисных компаний (включая функции защиты прав потребителей)	Универсальность предоставления услуг, ценовую доступность и новые формы защиты интересов потребителей
Институализация инфраструктур жизнеобеспечения территорий и связанных с ними организационно-экономических и правовых отношений	Введение «услуги с переменными (взаимодействующими) потребительскими свойствами»	Стандартный набор социально-важных услуг по стандартной цене и качеству
	Введение системы нормативов энергоэффективности и безопасности систем энергоснабжения	Доступность информации и участие в регулятивном процессе на институциональном уровне
Закрепление (институализация) единых методических принципов «гармонизации» нормативно-правовой базы территорий	Отработка критериев сбалансированности интересов потребителей и поставщиков ТЭР, территории	Повышение макроэкономической устойчивости экономики за счет повышения надежности и качества предоставления услуг инфраструктурных отраслей
	Закрепление механизмов координации (согласования) действий и интересов сторон	Уточнение задач регулирования на новом этапе реформирования инфраструктурных отраслей и создание инструментов для развития экономики

Это приводит к значительным системным ограничениям в реализации структурных реформ и задач повышения эффективности и качества услуг, как обязательной составляющей повышения качества жизни. Отсутствие разнообразия методов ценового регулирования не позволяет государственному регулятору гибко подбирать инструментарий с учетом конкретной экономической ситуации и в целом снижает качество государственного регулирования в данной сфере.

Поскольку основу существующего регулирования составляют ценовые методы в форме прямого (жесткого) ценового регулирования, осуществляемого путем установления тарифа конкретному хозяйствующему субъекту по методу «возмещения затрат», в этих условиях регулируемый субъект заинтересован в повышении издержек производства, а не в их снижении в интересах потребителей. На следующем этапе необходимо изменение (расширение) методологической основы государственного регулирования, включая методы ценового и тарифного регулирования, чтобы уйти от неэффективного и затратного прямого (директивного) ценового регулирования, осуществляемого в настоящее время, и вместе с тем, повысить эффективность государственного управления экономическими процессами в ряде важнейших отраслей экономики, на основе более гибких и комплексных механизмов регулирования.

Жесткое ценовое регулирование не позволяет создать долгосрочные экономические стимулы частным инвесторам для привлечения инвестиций в регулируемые сектора экономики в целях технического перевооружения и замены изношенных основных фондов. Государственное ценообразование в данных условиях не может гарантированно обеспечить возврат частных инвестиций и экономически приемлемый уровень доходности инвестиционного капитала.

Другим словами, это вопрос о коммерциализации общественных инфраструктур: на каких условиях частный бизнес может оказывать

инфраструктурные услуги, участвовать в воспроизводстве материальных активов общественной инфраструктуры и как при этом его деятельность будет регулироваться. Построение таким образом новой системы государственного регулирования в сфере оборота товаров и услуг общэкономического значения¹⁰⁷ обеспечивает баланс интересов всех участников существующего регулятивного процесса (государство, субъекты естественных монополий и потребители).

Для государства (органов государственной власти различных уровней и местного самоуправления) законодательство будет обеспечивать:

- уточнение задач регулирования на новом этапе реформирования инфраструктурных отраслей и создание инструментов для развития экономики;
- повышение качества жизни населения через повышение качества и доступности услуг;
- повышение макроэкономической устойчивости экономики за счет повышения надежности и качества предоставления услуг инфраструктурных отраслей;
- обеспечение регуляторными инструментами в переходный период структурных реформ.

Для субъектов естественных монополий законодательство позволяет обеспечить:

- уменьшение регулятивной нагрузки на бизнес (замена прямого регулирования косвенными методами);
- возможность привлечения инвестиций;
- прозрачные и последовательные регулятивные инструменты и процедуры в переходный период и в будущем.

¹⁰⁷ Понятие услуг общэкономического значения или общественной инфраструктуры непосредственно связано с понятиями *общественного блага и товаров и услуг первой необходимости* – то есть товаров и услуг, потребляемых коллективно и значимых для всего местного сообщества.

Для потребителей законодательство позволяет обеспечить:

- стандартный набор социально-важных услуг по стандартной цене и качеству;
- универсальность предоставления услуг, ценовую доступность и новые формы защиты интересов потребителей;
- понятные и прозрачные процедуры, обеспечивающие недискриминационный доступ к услугам и урегулирование конфликтов в досудебном порядке;
- доступность информации и участие в регулятивном процессе на институциональном уровне.

В процессе работы над типовыми проектами по выделенным секторам коммунальной и «большой» энергетики выявились разные аспекты «неэффективности», что потребовало более широкого взгляда на проблематику энергоэффективности в этих секторах. Первоначально речь шла об отработке набора типовых проектов, которые можно было бы тиражировать для различных регионов (муниципальных образований). Структура мотивационных механизмов для российской экономики на рис. 5.5 отражает необходимость более жестких нормативных установок (требований, стандартов) на данном этапе реализации политики энерго- и ресурсосбережения в регионах в полном соответствии с диаграммой на рис. 5.6.

Развитие государственной (региональной) политики энергосбережения в разных регионах проходит несколько стадий и, в зависимости от специфики территории. Темп и масштабы развития энергосбережения в каждом регионе будет своим.

Таблица 5.7. Комплекс законодательных (нетарифных) мер регулирования

Методы ценового регулирования (воздействия)	Блок нетарифных методов государственного регулирования
Регистрация цен (тарифов)	Введение типовых форм договоров, содержащих стандартные условия обслуживания потребителей
Введение обязательного предварительного декларирования цен (тарифов)	Утверждение правил заключения и исполнения публичных договоров в регулируемых сферах
Заключение соглашений об уровнях либо пределах изменения цен (тарифов) между органами, регулирующими цены (тарифы), и субъектами ценового регулирования	Привязка цены товаров и услуг общеэкономического значения к их качеству и введение обязательных стандартов качества таких услуг на отраслевом уровне регулирования
Установление единых правил по расчету и применению цен (тарифов)	Установление публичных обязательств по обслуживанию социально приоритетных потребителей и финансовых гарантий для субъектов, исполняющих публичные обязанности
Проведение открытых слушаний по регулированию цен и тарифов по обращениям производителей и потребителей регулируемых товаров и услуг с последующим утверждением согласованной цены уполномоченным государственным органом	Введение стандартов раскрытия информации субъектами регулирования в целях обеспечения информационной прозрачности рынков для потребителей
Установление цены на уровне лучшего стандарта в отрасли	Регулирование недискриминационного доступа к услугам общеэкономического значения

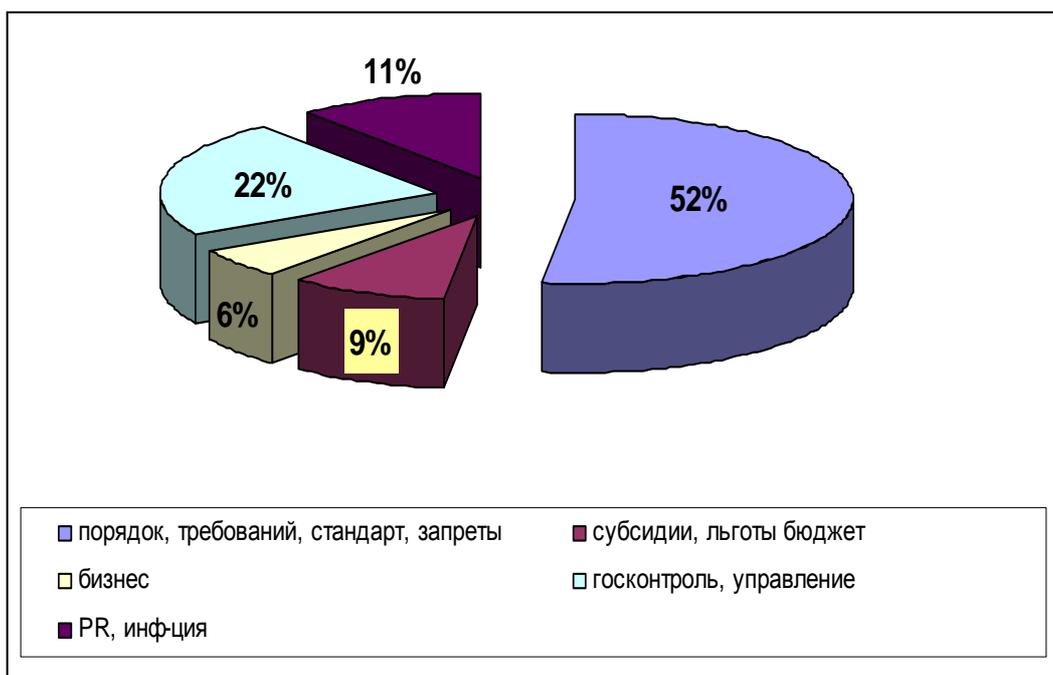


Рис. 5.5. Мотивационные механизмы в целом по разным секторам экономики

Таблица 5.8. Этапы и содержание комплексного системного подхода

Этапы подхода	Задачи этапа	Инструментарий	Примеры
Исходный анализ	Приоритетные направления повышения эффективности РЭТС	Типология регионов (секторов) и проблематики	Источники, сетевое хозяйство, удаленные территории, ВИЭ, транспорт, сектора потребления
Технологический этап	Комплекс технологических решений для выбранных направлений	Типология решения по секторам и системных решений	Техника и технологии. Схемные решения. Наилучшие доступные технологии обеспечения энергоэффективности
Институциональный этап	Сформировать комплекс стимулирующих механизмов	Алгоритм последовательной реализации стимулов и механизмов	Ужесточение нормативов тепловой защиты зданий, маркировка товаров, стандарты энергоэффективности

По мере формирования собственной национальной системы управления и развития энергоэффективной инфраструктуры используются разные наборы нормативно-правовых механизмов. Если на первых этапах преобладают жесткие запретительные механизмы: требования, стандарты, правила (рис. 5.6), то по мере их выполнения и формирования новой институциональной среды, можно добавлять и более мягкие механизмы (льготы, пропаганду и др.).

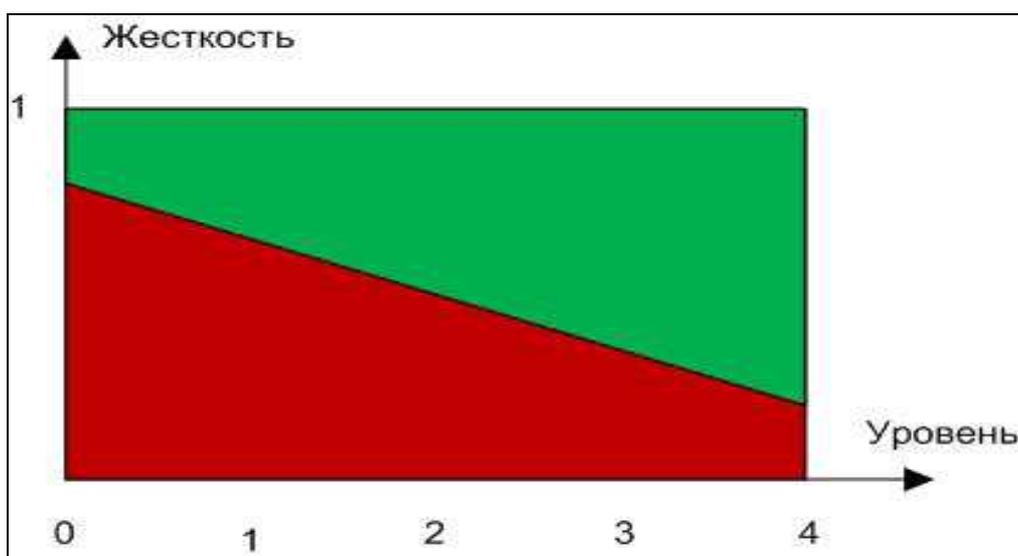


Рис. 5.6. Динамика соотношения запретительных и поощрительных мер
Примечание: зеленая область – поощрения, бизнес; красная – запреты, нормы

Уровни развития такой энергетической политики в регионе, степень развития и применения систем энергетического менеджмента. Так же, как в комплексном территориальном подходе, важна последовательность и поэтапность развития системы мер, наращивания кадрового потенциала, развития сбалансированной правовой базы и, в конечном счете, формирования новой институциональной среды энергосбережения, создания современной системы управления жизненным циклом сложных технических систем жизнеобеспечения.

**Таблица 5.9. Характеристика степени жесткости
институциональных условий**

Характеристики	Мягкие институциональ- ные условия	Жесткие институциональные условия
Освоение и разработка	Существенные отклонения норм и правил – их произвольное толкование и применение	Выполнение норм и правил, а при их отсутствии ориентация на прецеденты «лучшей практики»
Реализация природоохранных мероприятий	Существенные отклонения от требований в сфере охраны окружающей среды	Соблюдение требований в сфере охраны окружающей среды; разработка собственных более жестких стандартов в этой области
Инвестиции в освоение и разработку	Относительно низкие	Повышенные
Затраты на природоохранные мероприятия	Относительно низкие	Повышенные
Уровень специфических транзакционных издержек государства	На относительно низком уровне	На повышенном уровне
Уровень специфических транзакционных издержек недропользователя	На относительно низком уровне	На повышенном уровне

5.4. Опыт институциональных преобразований в коммунальном комплексе на территориальном уровне

Разноплановый опыт Центрального округа столицы, в котором был апробирован системный территориальный взгляд, заслуживает всестороннего анализа. Энергосберегающий проект, стартовавший в ЦАО города Москвы в 2001 г., наглядно показал, что при государственном регулировании энергопотребления можно успешно решать задачи стратегического характера. Сейчас ясно: при переходе населения на стопроцентную оплату стоимости энергоресурсов, уровень оплаты вырастет не в два раза (в сопоставимых ценах), а в 1,4-1,6 раза. Территория, при наличии политической воли, может успешно формировать энергосберегающую политику, рассматривая экономию как ресурс для возвращения инвестиций в развитие ЖКХ.

Результаты можно разделить на три группы (табл. 5.10), и их взаимообусловленность четко указывает на необходимость таких же комплексных мер. Масштабное сбережение ресурсов невозможно без взаимообусловленных технологических, информационных и организационно-экономических мероприятий. Правовые «новации» должны затрагивать достаточно разные слои организационно-правовых взаимодействий, связанные с новыми отношениями, нормативными подходами, практикой бюджетирования, требуются согласованные правовые изменения с Федеральным законодательством.

Нормативное потребление ресурсов существенно превышает фактическое во всех районах округа, что вело к существенным перерасходам бюджетных средств по статье «возмещение разницы в тарифах на тепловую энергию». Но для того, чтобы использовать часть этих средств в целях энергоресурсосбережения, потребовалась разработка увязанного комплекса необходимых правовых документов.

Таблица 5.10. Основные результаты создания объектов энергетической эффективности на территории г. Москвы

Направления	Основные результаты работ
Информационно-демонстрационные	<ul style="list-style-type: none"> • Скорректированы расчетные тепловые нагрузки объектов • Определены реальные затраты энергоресурсов и воды населением в типичном фонде строений города • Выявлена структурная несбалансированность гидравлических режимов, тепловых нагрузок и реального энергопотребления зданиями
Научно-методические	<ul style="list-style-type: none"> • Выявлены основные резервы энергосбережения, продемонстрированы возможности реализации энергосберегающих решений в зданиях • Разработаны методики уточнения и коррекции удельных тепловых нагрузок • Предложен комплекс удельных показателей и номограмм для оценки энергетической эффективности зданий и сооружений
Организационные и социально-экономические	<ul style="list-style-type: none"> • Определена структура нового механизма расчетов с энергоснабжающими организациями за отпущенные ТЭР • Выявлены роли и функции энергосервисных компаний по обслуживанию приборов учета энергопотребления • Осуществляется подготовка специалистов по тиражированию полученных решений на всей территории округа • Приняты необходимые организационно-правовые документы, позволяющие реинвестировать полученную экономию средств для дальнейшего проведения работ по энергосбережению

Для решения проблемы активного использования экономии выделенных бюджетных средств для дальнейшего энергосбережения, по инициативе ряда территорий было принято распоряжение Правительства города № 1258-рп «О передаче бюджетных ассигнований на возмещение разницы в тарифах на тепловую энергию», подписанное Мэром Москвы 17 июля 2003 г. В рамках этого документа было решено в качестве эксперимента передать полномочия по распоряжению бюджетной дотацией на возмещение разницы в тарифах на тепловую энергию в префектуры нескольких округов Москвы.

Таблица 5.11. Потенциал энергосбережения у потребителей

№	Наименование этапа работ	Располагаемый потенциал снижения энергопотребления (удельные показатели)		Применяемые технологии и технические решения	Необходимые организационно-правовые меры
		Отопление зданий	Горячее водоснабжение		
1.	Начальный этап (налаживание учета)	От заявленных значений до 0,15 Гкал/м ² *год или 140 кДж/(м ² *ГСОП)	От заявленных значений до 150-160 л/чел.*сут.	Узлы учета тепловой энергии, системы мониторинга энергопотребления	Анализ несовершенства законодательства, нормативов расходов ТЭР, стат. отчетности
2.	Этап оптимизации работы инженерных систем теплоэнергоснабжения	До 0,09-1,0 Гкал/м ² *год или 95-105 кДж/(м ² *ГСОП)	До 120-130 л/чел.*сут.	Наладка ЦТП, замена ГО аппаратов, промывка инженерных систем зданий, утепление ограждающих конструкций	Использование бюджетной дотации на цели энергосбережения, налаживание расчётно-биллинговых систем, работы энергосервисных компаний
3.	Этап активного управления спросом на энергоресурсы	0,8-0,9 Гкал/м ² *год или 85-95 кДж/(м ² *ГСОП)	До 80-95 л/чел.*сут.	ИТП и распределенное регулирование у потребителей	Оплата ресурсов по факту, закрепление обоснованных нормативов энергопотребления

В основу передачи вышеназванных полномочий положена система работ по внедрению энергосберегающих технологий в сфере жилищно-коммунального хозяйства на территории ЦАО в рамках территориального раздела Целевой городской программы по энергосбережению на 2002-2007 гг. в целях создания условий для заинтересованности и стимулирования субъектов городского хозяйства в экономии ресурсов и снижении расходов бюджета. В развитие этого Постановления разработан Порядок организации работ по его выполнению, утвержденный распоряжением Префекта ЦАО в августе 2003 г.

Настоящий Порядок определяет механизм коррекции расчетных цифр поставленных энергоресурсов с помощью фактических данных теплопотребления коммунальными объектами ЦАО. Реализуемые в округе мероприятия направлены на снижение потребления топливно-энергетических ресурсов и создание системы учета ресурсов, позволяющей четко определить объемы их потребления на подведомственной территории.

Эта работа предусматривает два блока: выверку количества поступающих энергоресурсов поставщиками, Дирекциями единого заказчика районов и энергосервисными компаниями, и на этой основе оптимизацию расходования бюджетных средств на основе взаимодействия районов, единого расчетного Центра и казначейского управления ЦАО. Как показал анализ, снижение поставки тепловой энергии за II полугодие составляет 234,4 тыс. Гкал.

Общее высвобождение средств по статье «возмещение разницы в тарифах на тепловую энергию» за 2-е полугодие 2003 г. составит 45499,76 тыс. руб. Из них ориентировочно 71% составляет доля высвобожденных средств от наведения порядка в учете, 17% – климатическая составляющая экономии, 12% – экономия за счет регулирования на объектах энергоэффективности.

Экономия бюджетных средств на услуги теплоснабжения обеспечивается за счет сокращения дотационной составляющей бюджета (рис. 5.7) путем коррекции тепловых нагрузок при поэтапной установке узлов учета тепловой энергии и систем мониторинга у коммунальных потребителей, применения комплекса энергосберегающих технологий, и дальнейшего реинвестирования высвобождающихся средств на цели энергосбережения. Исходной точкой для проведения расчетов являлось 2-е полугодие 2003 г.

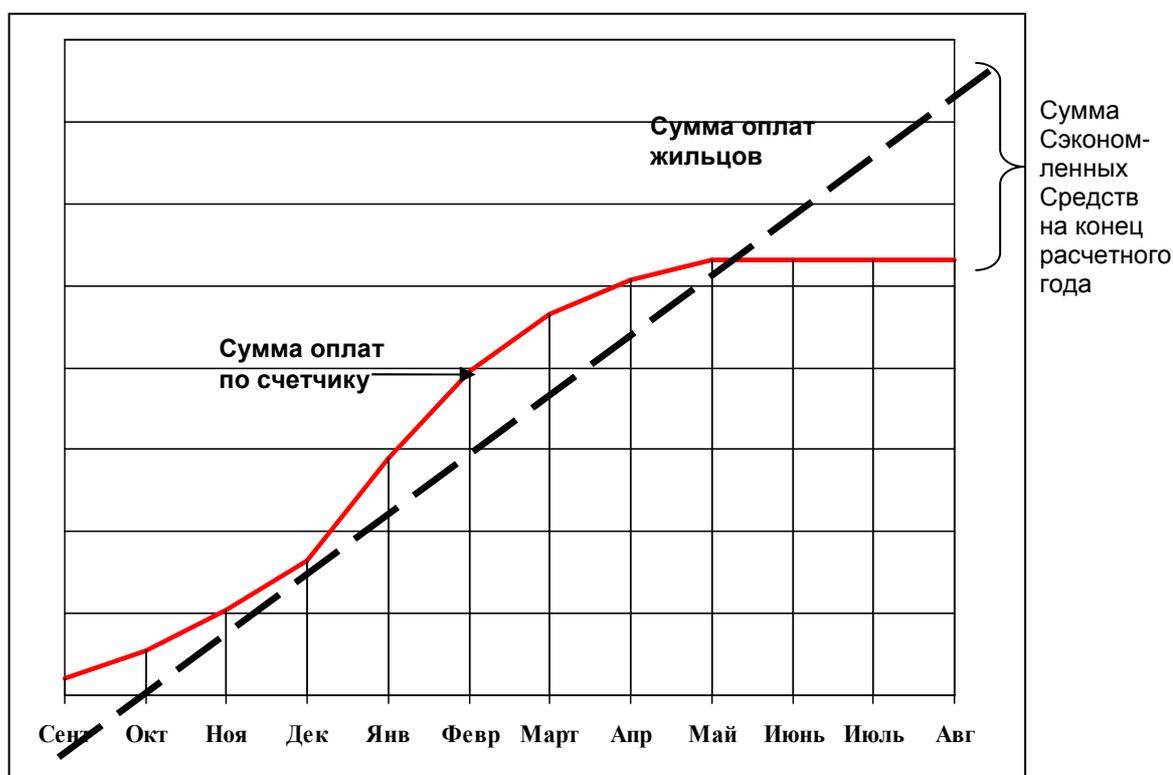


Рис. 5.7. Условная схема расчета экономии бюджетных ассигнований на теплоснабжение

Разработаны порядок и методика расчета экономии (высвобождения) бюджетных ассигнований на тепловую энергию для населения приведены в табл. 5.12. Этот комплекс разработанных документов частично иллюстрирует карта-схема «правового поля» (табл. 5.13) взаимоотношений участников экономических взаимоотношений в коммунальном комплексе города.

Таблица 5.12. Порядок и методика расчета экономии бюджетных ассигнований на тепловую энергию для населения Центрального округа г. Москвы

Порядок действия	Результаты
Теплоснабжающие организации не позднее 15 числа следующего за отчетным месяца представляют в Префектуру сводный реестр фактического отпуска тепловой энергии по каждому району ЦАО и Акт отпуска тепловой энергии, подписанный представителями теплоснабжающей организаций, энергосервисной компании и дирекции единого заказчика района.	Сводный реестр, Акт отпуска тепловой энергии.
На основании Акта отпуска тепловой энергии рассчитывается необходимая возмещаемая разница в тарифах на тепловую энергию, которая уменьшается на сумму повышенной оплаты за отопление жилых помещений граждан, имеющих более одного жилого помещения или занимающих жилые помещения с превышением социальной нормы жилья, что отражается в сводном реестре.	Расчет суммы необходимого возмещения разницы в тарифах с учетом второго жилья.
В случае мотивированного отказа дирекции единого заказчика районов от подтверждения отпускаемого теплоснабжающими организациями количества тепловой энергии, стороны в 3-х дневный срок составляют двусторонний Акт с перечнем необходимых доработок и сроков их выполнения.	Двусторонний Акт о необходимых доработках и сроках выполнения.
Возмещение разницы в тарифах производится через финансово - казначейское управление ЦАО на основании представляемого Префектурой не позднее 20 числа следующего за отчетным месяца Сводного реестра получателя бюджетных средств и Акта отпуска тепловой энергии.	Сводный реестр получателей бюджетных средств.
При расчетах за тепловую энергию стороны применяют тарифы, утвержденные Региональной энергетической комиссией г. Москвы для соответствующих групп потребителей.	

Такое представление правовых конструкций позволяет наглядно представлять органичность или целостность предлагаемых мероприятий, видеть пробелы в законодательстве, препятствующие проведению целостной и активной политики энергосбережения.

Таблица 5.13. Карта-схема правового пространства коммунального энергоресурсосбережения в Москве

	Уровень города	Территория (ЦАО)	Дополнительные нормативные документы
Городская целевая программа по энергосбережению на 2004 – 2010 годы	«О порядке стимулирования экономии ресурсов в бюджетной сфере» № 1027-ПП		
	«О передаче бюджетных ассигнований на возмещение разницы в тарифах на тепловую энергию» № 1258-РП	«Об организации работ по финансированию расходов на возмещение разницы в тарифах на тепловую энергию на территории ЦАО г. Москвы» № 4467-р	Порядок организации работ по передаче бюджетных ассигнований на возмещение разницы в тарифах на тепловую энергию
	«О порядке стимулирования энергосбережения в системе жилищно-коммунального хозяйства г. Москвы» № 71-ПП		Положение по использованию сэкономленных бюджетных средств по статье расходов «Возмещение разницы в тарифах на тепловую энергию» на территории ЦАО г. Москвы
	«О мерах по улучшению системы учета водопотребления и совершенствованию расчетов за холодную, горячую воду и тепловую энергию в жилых зданиях и объектах социальной сферы г. Москвы» № 77-ПП	План выполнения Постановления Правительства Москвы № 77-ПП по установке узлов учета ресурсов и создания автоматизированной системы учета энергопотребления САУР	Типовой договор и Дополнительное соглашение к действующим договорам на поставку тепла на возмещение разницы в тарифах на тепловую энергию для заключения ДЕЗ районов с поставщиками услуг



Рис. 5.8.

Целью проводимых работ является повышение эффективности энергоиспользования и экономия бюджетных расходов на теплоснабжение путем поэтапной реализации Закона РФ «Об энергосбережении» и Постановления Правительства Москвы «О стимулировании работ по энергосбережению в коммунальном хозяйстве Москвы» от 05.12.2001 г., городской программы энергосбережения на 2001-2003 гг. в Москве, окружной целевой комплексной Программы энергоресурсосбережения.

Таким образом, в рамках комплексного территориального подхода для дальнейшего развития энергосбережения в ЦАО созданы институциональные организационно-правовые предпосылки. В этой связи приняты следующие документы:

- Распоряжение Правительства Москвы от 17.07.2003 г. № 1258-РП «О передаче бюджетных ассигнований на возмещение разницы в тарифах на тепловую энергию» на территории ЦАО»;
- Распоряжение Префекта ЦАО от 04.08.03 г. № 4467-р «Об организации работ по финансированию расходов на возмещение разницы в тарифах на тепловую энергию на территории ЦАО г. Москвы»;
- Порядок организации работ по передаче бюджетных ассигнований на возмещение разницы в тарифах на тепловую энергию;
- Положение по использованию сэкономленных бюджетных средств по статье расходов «Возмещение разницы в тарифах на тепловую энергию» в Центральном административном округе Москвы.

Основные решаемые задачи:

1. Установление единого порядка по реализации полномочий по финансированию расходов, связанных с возмещением разницы в тарифах на тепловую энергию на территории округа;

2. Упорядочение взаимодействия участников и исполнителей работ по реализации территориальной целевой программы энергосбережения ЦАО;

3. Обеспечение синхронизации работы ГУП ДЕЗ районов в части сверки данных реестров теплоснабжающих организаций значений отпущенной тепловой энергии;

4. Переход к оплате за поставленную тепловую энергию согласно фактическим значениям теплосчетчиков, а в случае отсутствия узлов учета, согласно выверенных расчетных значений отпуска тепловой энергии в зависимости от температуры окружающего воздуха;

5. Выработка на уровне округа единой политики организации системы учета топливно-энергетических ресурсов;

6. Введение института энергосервисных компаний в районах ЦАО на конкурсной основе для выполнения комплексных работ по организации системы учета топливно-энергетических ресурсов;

7. Обеспечение своевременности и полноты расчетов с теплоснабжающими организациями - поставщиками услуг по финансированию расходов на возмещение разницы в тарифах;

8. Формирование инвестиционной программы округа в области энергосбережения за счет реинвестирования средств, полученных в результате функционирования зон энергетической эффективности на территории ЦАО (потенциальной экономии в результате внедрения энергосберегающих мероприятий);

9. Создание финансового механизма, способствующего дальнейшему продолжению работ в области энергосбережения и переходу от пилотных проектов к масштабному тиражированию, с учетом интересов территории округа и ее районного звена.

Совокупность разработанных механизмов нашла отражение в окружной целевой программе энергосбережения ЦАО г. Москвы (табл. 5.14).

Таблица 5.14. Основные направления и базовые мероприятия по масштабному энергосбережению

Информационно-методический блок	Инженерно-технический блок	Организационно-экономический блок
Проведение выборочных энергетических обследований объектов коммунального комплекса территории	Сбор и уточнение первичных данных по состоянию зданий и сооружений	Сбор и обработка первичных данных по расчетам за поставленные энергоресурсы населению
Установка узлов учета энергоресурсов на наиболее крупных потребителях энергоресурсов (свыше 0,2-0,25 МВт)	Составление энергетических балансов зданий, микрорайонов (по ЦТП)	Анализ тарифов различных поставщиков и транзитных затрат в стоимости потребляемых энергоресурсов
Утонение паспортных энергетических характеристик основных зданий и строений	Проведение массовой тепловизионной съемки зданий, сооружений, коммуникаций	Рационализация механизма финансового взаимодействия поставщиков коммунальных услуг, энергосервисных компаний и потребителей
Отладка системы распределенного мониторинга энергопотребления по районам	Отработка типологии зданий по базовым теплоэнергетическим характеристикам для дальнейшего автоматизированного учета	Оптимизация инвестиционных вложений на реализацию системы мониторинга энергопотребления на территорию
Составление базы данных зданий с учетом использования системы мониторинга территориальными энергосервисными компаниями (а также паспортных и экспериментальных данных)		Отработка методики оптимизации инвестиционных вложений в системы учета и мониторинга энергопотребления
Создание системы прогнозирования и поддержки принятия решений по мониторингу энергопотребления в рамках территории с учетом влияния энергоклиматических характеристик региона и структуры потребностей промышленного комплекса и ЖКХ на основе базы данных потребителей		Выработка оптимальных тарифов на транспорт и распределение энергоресурсов по территории, с учетом энергоресурсосбережения и экологических факторов

5.5. Выводы

Пятая глава посвящена анализу системно-институциональных проблем, возникающих на стыке социальных и технических сегментов РЭТС, выявлению устойчивых институциональных ловушек неэффективности. Если выявленная совокупность технологических и социально-экономических факторов привела к попаданию РЭТС в институциональные ловушки неэффективности, то правовая несбалансированность дополнительно «цементирует» ситуацию, не дает возможности определить и выстроить комплекс мер повышения их эффективности.

Правовые новации последнего времени также отличает определенная противоречивость, непоследовательность шагов и действий, что связано с наличием разнопланового круга субъектов с разнонаправленными интересами, зачастую паразитирующими на устойчивом контуре неэффективности использования ресурсов. Соответственно, выход из этого состояния невозможен за счет частных организационных, технических и экономических мер, необходима их совокупность, особым образом скоординированная.

Об эффективности такого подхода свидетельствует опыт других стран (США, Северная Европа, Индия, Китай), прошедших разный путь по формированию и реализации политики энергоресурсосбережения и повышения экологической безопасности.

Примечательно, что для современных условий РФ более актуальны именно жесткие меры (стандарты энергоэффективности, регламенты, требования) в сочетании с серьезным государственным контролем их реализации.

На основе анализа организационно-правовых проблем функционирования коммунальных инфраструктур жизнеобеспечения в современных условиях приведены необходимые институциональные пред-

ложения для их сбалансированного развития, пример их реализации в конкретных территориальных условиях.

Пример реализации комплексного территориального подхода убедительно продемонстрировал возможность поэтапной реализации выявленных резервов за счет поэтапной реализации комплекса взаимосвязанных мер в технике, информационном плане, организационно-экономических решений.

6. МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАСПРЕДЕЛЁННЫХ ЭНЕРГОТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СИСТЕМ ГОРОДОВ И РЕГИОНОВ

6.1. Оценка ситуации с эффективностью элементов региональных энерготехнологических систем

Для выбора оптимальных мер повышения эффективности региональных энерготехнологических систем и комплексов необходима оценка нынешнего состояния РЭС. Для понимания ситуации в целом по стране воспользуемся современными статистическими данными¹³⁰, прогнозными трендами и экспертными оценками ведущих российских организаций. Конечно, такая интегральная оценка не сможет полностью учесть важнейших региональных особенностей и неизбежно будет искаженной в связи с неполнотой и неточностью первичной статистики. Тем не менее, системная оценка даст нам общие ориентиры и выявит необходимые приоритеты политики энергосбережения.

Для выявления совокупных потерь тепловой энергии в составляющих элементах энерготехнологических систем необходимо оценить общий поток теплоты в каждом элементе и оценить их КПД с учетом износа. Основная методическая сложность такой интегральной оценки заключается в недостоверности исходных данных не только по значениям удельных потерь тепловой энергии, но и в целом по цифрам отпуска тепловой энергии, длинам и повреждаемости тепловых сетей. В целом тепловое хозяйство России в настоящее время – это множество локальных систем централизованного и децентрализованного теплоснабжения, рассредоточенных по отдельным населенным пунктам и промышленным предприятиям, поэтому достоверные сводные данные по системам теплоснабжения практически отсутствуют.

¹³⁰ 6-ТП – статистические данные о работе электростанций, 11-ТЭР, 1-ТЭБ

Предварительно можно воспользоваться сводными данными технических концепций и аналитических обзоров последних лет (табл. 6.1).

Таблица 6.1. Сравнение данных разных обзоров по параметрам систем теплоснабжения (на 2006 г., если не указано иное)

Источники информации	Электростанции	Котельные разной мощности	Децентрализованные источники	Всего
Современное состояние теплоснабжения России (ИНП РАН, 2010 г.)	506,3 + 133,9 (пром. ТЭЦ)	823 млн. Гкал (котельные АО-энерго и муниципальные)	330 млн. Гкал. (включая котельные до 20 Гкал/ч)	1793,2 млн Гкал
Обзор Агентства прогнозирования балансов в энергетике (2008)	504,9 млн Гкал	-	-	-
Аналитический обзор Института Систем энергетики им. Л.А. Мелентьева СО РАН (2006 г.)	638 млн Гкал	714 млн Гкал 99 млн Гкал (теплоутилизация)	192 + 351 млн Гкал	1994 млн Гкал
Энергетическая стратегия РФ до 2030 г.	628 млн Гкал	705 млн Гкал	541 млн Гкал	1976 млн Гкал
Стратегия повышения энергоэффективности коммунальной инфраструктуры РФ (2007 г.)	-	1294 млн Гкал	-	
Теплоснабжение РФ. Пути выхода из кризиса. Национальный доклад. 2001 г.	-	372 млн Гкал (муниципальные котельные)	-	2060 млн. Гкал
Государственная комплексная топливно-энергетическая программа. (Раздел теплоснабжение). 1993 г.	875 млн Гкал	690 млн Гкал 610 млн Гкал	425 млн Гкал	2654 млн Гкал. (прогноз на 2005 г.)

Существующие расхождения в отраслевой и государственной статистике сложно устранить на федеральном уровне, необходимо, как показывает опыт, снимать расхождения на региональном (и муниципальном) уровне.

Выработка электроэнергии по теплофикационному циклу постоянно снижается: на 7,4% за три года (с 56,3% в 2005 г. до 52,1% в 2008 г.). По данным ряда специалистов¹³¹, только из-за недостатка тепловых нагрузок в июле 2003 г. ограничение мощности ТЭЦ составило свыше 5,2 млн кВт или более 4,3% установленной мощности тепловых электростанций бывшего РАО «ЕЭС России». Как уже отмечалось выше, это существенно ухудшает показатели работы ТЭЦ, делает их малоэкономичными по производству тепла и электроэнергии.

За общим трендом снижения теплопотребления в целом по стране не видно особенностей проявления этой тенденции в городах и регионах разного размера с различной долей промышленной нагрузки. В табл. 6.2-6.3 приведены значения различных тепловых нагрузок крупных городов и промузлов. Очевидно, что падение промышленной тепловой нагрузки резко ухудшает показатели тепловой экономичности ТЭЦ общего пользования (в главе 4 приведен характерный пример Воркутинских ТЭЦ).

Еще большие расхождения в оценках тепловых потерь на источниках и в сетевом хозяйстве. Если эффективность энергоисточников (крупных котельных, ТЭЦ) можно определить по отраслевым формам 6-ТП с учетом интегральных балансов поставок тепла, то оценки теплопотерь в сетях колеблются от 10 до 40%, достигая в ряде государственных документов неправдоподобных величин в 60%¹³². Можно с большой долей уверенности утверждать, что эта величина

¹³¹ Калатузов В.А. Совершенствование систем технического водоснабжения с целью снижения ограничения мощности ТЭС // Промышленная энергетика. 2010. № 2.

¹³² Материалы заседания Президиума Госсовета 2.07.2009 г. Архангельск // www.kremlin.ru

существенно больше нормативной величины в 7%. В условиях нехватки инвестиций в перекладку тепловых сетей в последние годы существенно выросла повреждаемость.

Таблица 6.2. Тепловые нагрузки крупных промузлов и городов-миллионников¹³³

Города	Численность населения (2002 г.)	Суммарная тепловая нагрузка 1990 г.	$Q_{п}/Q_{ком}$	$Q_{ком}$
	тыс. чел.	Гкал/ч	-	Гкал/ч
Новосибирск	1385	8920		
Красноярск	970	8868	1,6	2655
Омск	444	8700		
Волгоград	1012	8700		
Челябинск	1078	8330		
Уфа	1135	7960	1,1	2392
Ниж.Новгород	1065	7451	1,64	2396
Пермь	1000	6775		
Казань	1195	6380		
Воронеж	960	6173	1,41	1956
Барнаул	650	5920	2,31	1483
Самара	1158	5750		
Екатеринбург	1250	5590		
Саратов	950	5180		1940
Ярославль	660	4897	1,18	1713
Кемерово	465	4710		
Нижний Тагил	425	4699	2,33	1103
Томск	515	4489	2,5	1045
Ростов	1070	2700		

Отсутствие единых статистических данных по тепловым нагрузкам и теплопотреблению городов в современное время не дает возможности осуществить полностью корректное сравнение.

¹³³ Справочно-информационный материал по тепловым и электрическим нагрузкам городов. Всероссийский теплотехнический институт. – М., ВТИ, 1991 г.

**Таблица 6.3. Тепловые нагрузки городов среднего размера
(300-600 тыс. чел.)**

Города	Численность населения (2002 г.)	Суммарная тепловая нагрузка 1990 г.	$Q_{ком}$
	тыс. чел.	Гкал/ч	Гкал/ч
Рязань	540	3320	
Магнитогорск	419	3080	
Хабаровск	612	3530	1416
Салават	163	3156	350
Липецк	506	2990	
Ульяновск	610	2970	
Тула	590	2920	
Волжский	301	2853	621
Оренбург	549	2730	
Брянск	440	2400	
Астрахань	540	2380	1137,2
Иваново	660	2340	1470
Иркутск	640	2250	1585
Курск	405	2020	
Вологда	310	2010	
Киров	440	1700	
Белгород	338	1400	
Архангельск	355	1530	

Таблица 6.4. Сравнение инфраструктурных параметров систем теплоснабжения

	ЦФО	СЗФО	ЮФО	ПФО	УФО	СФО	ДФО
Население, млн чел.	37,5	13,5	22,8	30	12,2	19,6	6,5
Число ТЭЦ	146	79	64	115	66	77	38
Мощность ТЭЦ	94	41	16	65	28,7	61	14,6
Число котельных	15,4	5,9	8,5	16,6	4,95	10,54	4,8
Мощность котельных	87,6	32,1	32,5	59,2	29,4	36,8	20,9
Суммарное тепло	478	232	138	454	240	323	129
Длина сетей	43,6	18,1	14,7	32,8	23,2	28,9	15,2
Суммарная мощность	181,6	73,1	48,5	124,2	58,1	97,8	35,5
ТЭЦ/млн чел.	3,89	5,85	2,81	3,83	5,41	3,93	5,85
Котельн./тыс. чел.	0,41	0,44	0,37	0,55	0,41	0,54	0,74
тыс. чел на 1 котельн.	2,44	2,29	2,68	1,81	2,46	1,86	1,35
Гкал/ч на 1000 чел. ТЭЦ	2,51	3,04	0,70	2,17	2,35	3,11	2,25
Гкал/ч на 1000 чел. котельн.	2,34	2,38	1,43	1,97	2,41	1,88	3,22
Гкал/ч на 1000 чел. сум.	4,84	5,41	2,13	4,14	4,76	4,99	5,46
Гкал/ч на 1 км сети	4,17	4,04	3,30	3,79	2,50	3,38	2,34
тыс. Гкал/км в год	10,96	12,82	9,39	13,84	10,34	11,18	8,49
Гкал/чел. в год	12,75	17,19	6,05	15,13	19,67	16,48	19,85

6.2. Методология определения резервов повышения эффективности в региональных энерготехнологических комплексах

Комплексный подход к территории (городу) как к многоуровневой иерархической системе, связанной совокупными транспортными, энергетическими, социально-экономическими взаимодействиями требует выработки непротиворечивых методологических принципов анализа целостных энерготехнологических систем регионов. Как уже отмечалось выше, переход к системам существенно более высоких уровней сложности, требует, как минимум, дополнения ресурсно-поточковых моделей системами обратных связей по различным компонентам и взаимодействиям.

В первую очередь для этого необходимо добавить к ресурсным потокам анализ их экономических суррогатов (или эквивалентов) – денежных средств за реализацию топливно-энергетических ресурсов. При этом необходимо понимать неизбежную неполноту, искажение реальной картины такими представлениями, стараясь на каждом следующем этапе (итерации) максимально уточнить исходные данные. Считая денежные ресурсы субстанцией, текущей в противоположном по сравнению с энергоресурсами направлении, мы вправе применить к ней понятие «целостности» для вычленения и структурирования соответствующей финансовой подсистемы.

Совместный анализ ресурсных и финансовых циклов уже дает нам возможность более качественного, системного видения дисбалансов и резервов по этим компонентам. Для их выявления была проанализирована структура и построена модель преобразования в осях «мощность – тариф» энерготехнологического передела в цепочке передачи энергии (мощности) обобщенному потребителю.

Элементарный энерготехнологический передел на микроуровне формирует определенную добавочную стоимость в цене услуги (та-

рифе), и при передаче потока мощности характеризуется потерями на его передачу.

При этом потери могут быть описаны двумя способами: как отношение потока потерь мощности ко всей мощности, протекающей через передел, и как отношение потока потерь мощности ко всей мощности, протекающей через первый передел цепочки (начиная с передела «добыча», рис. 6.1).

На уровне элементарного передела может рассматриваться комплекс технологий и деятельности, касающихся:

- а) особенностей технологии преобразования мощности;
- б) экономических принципов функционирования передела;
- в) прочих функциональных аспектов, действующих на микроуровне.

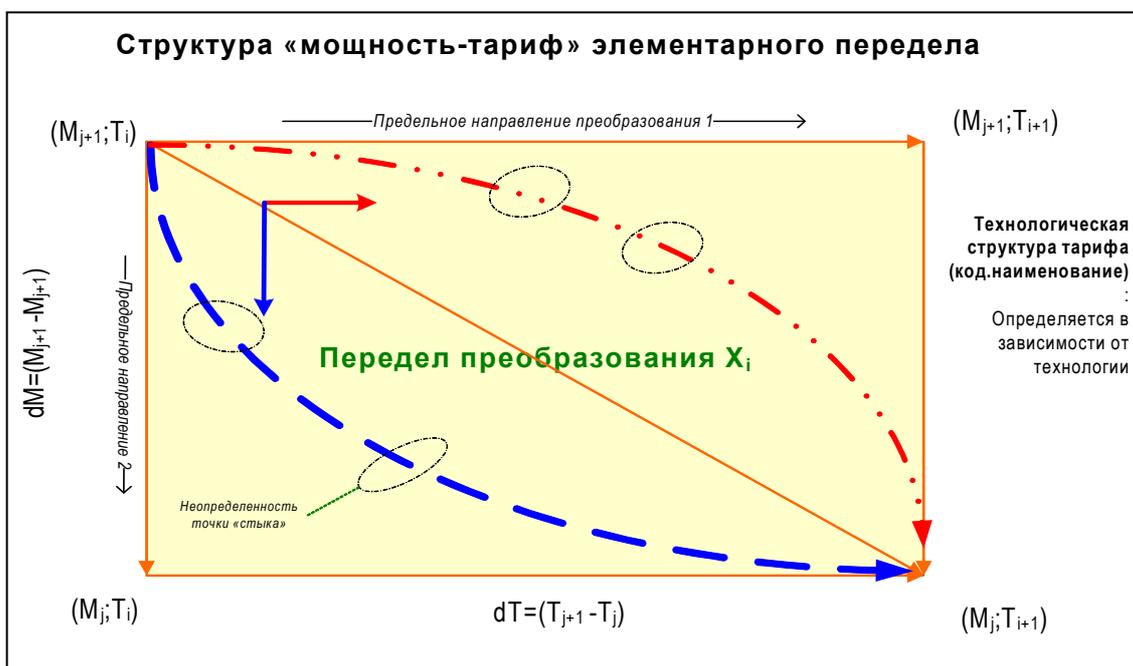


Рис. 6.1. Варианты преобразования в координатах «мощность – тариф»

Апробацию модели проводим на основе функционирования теплоснабжающих организаций городов разного размера. В табл. 6.5 отражены общие параметры модели для оценки эффективности поставки тепловой энергии широкому кругу потребителей.

Таблица 6.5. Параметры модели оценки эффективности поставки тепловой энергии

Исходные данные	Допущения	Примечание
Размер поселения (людность), тыс. чел.	Принимаются по итогам переписи населения 2002 г.	-
Градусо-сутки отопительного периода	Принимается по СНиП II-33-79 или по фактическим данным для территории	-
Стоимость топлива, руб./т у.т.	По данным сбытовых компаний	-
Цена на отпускную тепловую энергию для населения, руб./Гкал	Цена на тепловую энергию по данным РЭК (региональной структуры ФСТ)	-
Суммарная поставка тепловой энергии населению, Гкал/год	Принимается по отчетным данным теплоснабжающей организации	Может уточняться по приборам учета
Доля тепла на отопление, %	Доля тепловой энергии на отопление принимается в зависимости от градусо-суток в пределах 45-55%	Может уточняться оп фактическим данным ТСО
Суммарная отапливаемая площадь $F_{жил}$, м ²	При отсутствии принимается из обеспеченности жилым фондом, м ² /чел.	Уточняется по данным договоров с потребителями
Потери в тепловых сетях, %	Принимаются по данным теплоснабжающих организаций (в том числе утвержденные региональной службой по тарифам)	Могут уточняться по итогам энергетических обследований
Тариф на отопление для населения (общей жилой площади), руб./м ²	Утверждается органом местного самоуправления в соответствии с рекомендуемыми и обязательными Федеральными ограничениями	

Исходными данными для оценочной модели является размер населенного пункта (города), климатические параметры отопительного периода, объем жилищного фонда потребителей тепловой энергии, установленные в соответствии с действующим порядком ценовые и тарифные параметры (табл. 6.6).

Таблица 6.6. Необходимые исходные данные для анализа технико-экономической эффективности РЭС

№	Наименование параметра	Единицы	Возможные источники
1	Численность населения, обслуживаемого ТСО, $N_{жит}$	тыс. чел.	Перепись
2	Общая площадь отапливаемых строений, $F_{жил}$	м ²	Статистич.
3	Градусо-сутки отопительного периода города	ГСОП	ГОСТ
4	Суммарный расход топлива территориальной ТСК	Т у.т.	Отчет ТСО
5	Суммарная расчетная (договорная) нагрузка теплоснабжения	Гкал/ч	Отчет ТСО
6	Структура тепловой нагрузки (доля промышленности и ЖКХ)	%	Отчет ТСО
7	Суммарный отпуск тепловой энергии (по группам потребителей)	Гкал/год	Отчет ТСО
8	Тариф на тепловую энергию (генерация, передача)	руб./Гкал	РЭК
9	Оплата поставленной тепловой энергии (населением и пром.потребителями)	тыс. руб.	Отчет ТСО
10	Дотация на теплоснабжение (если есть), $D_{дотация}$	тыс. руб.	Бюджет
11	Суммарные годовые затраты территориальной ТСО, $Z_{сум}$	тыс. руб.	Отчет ТСО
12	Структура себестоимости тепловой энергии	%	Отчет ТСО
13	Фактическая тепловая нагрузка (наличие приборов учета тепловой энергии)	Гкал/ч	

Сокращенный перечень необходимых параметров позволяет, как показывают дальнейшие расчеты, получить достаточно полное представление о ситуации в системе теплоснабжения как по техническим, так и по экономическим срезам. Исходя из проведенного анализа организационно-технологической структуры деятельности элемента цепочки поставки тепловой мощности, выделяем следующие группы факторов.

Технологическая группа факторов:

- максимальное использование потенциала энергоносителя (оценить этот фактор можно при помощи показателя – коэффициент использования топлива (КИТ), чем выше значение этого показателя, тем эффективнее работа энергосистемы);
- избыточный отпуск тепловой энергии конечному потребителю (наличие «перетоков»): данный фактор может быть оценен разными способами (соотношением расчетной и договорной нагрузок объекта, или при наличии значения фактического теплопотребления объекта – соотношением расчетной и фактической нагрузок);

Технико-экономическая группа факторов: величина потерь тепловой энергии при транспортировке, заложенных в тариф на теплоснабжение (официально она может быть принята на уровне 7-15 % (с учетом передачи)¹³⁴;

Институционально-экономическая группа факторов:

- использование различных схем оплаты за тепловую энергию: у конечного потребителя – за услуги теплоснабжения, переданные на единицу площади или число проживающих, у сбытовой организации – за количество переданной тепловой энергии, а так-

¹³⁴ Если при расчете тарифа на тепловую энергию вместо фактических натуральных показателей используются расчетные (чаще всего договорные), то в себестоимость отпущенной тепловой энергии, а значит и тарифа, будут автоматически включены все тепловые потери полностью. В этом случае для проверки необходимо свести баланс тепла между потенциалом топлива и отпущенной тепловой энергией.

же использование дифференцированных ставок и тарифов для различных групп потребителей;

- использование дотационной схемы покрытия затрат теплоснабжающих организация за счет бюджетных средств;
- использование инвестиционной надбавки при расчете тарифа на тепловую энергию;
- величина амортизационных отчислений и способы их расчета, как следствие – уровень налога на имущество;
- создание стимулов для списания на себестоимость производства и передачи тепловой энергии только экономически обоснованных затрат (следствием будет являться снижение постоянных затрат).

Таким образом, методология оценки эффективности региональной энерготехнологической системы (на примере системы теплоснабжения), применительно к выделенным группам факторов, основывается на поэтапном анализе совокупности энергетических и ресурсно-финансовых балансов.

Таким образом, согласно представленной методологии, эффективность РЭТС мы оцениваем через сопоставление выявленных финансовых и энергетических резервов (потенциалов). При этом «энергетический резерв» – возможность повышения эффективности использования потенциала топлива, и как следствие – снижение расхода топлива и переменных затрат. Под финансовым резервом (потенциалом) понимается возможное высвобождение финансовых средств при отладке организационно-экономических схем взаимодействия поставщиков, потребителей и организаций-посредников системы теплоснабжения региона (рис. 6.2).



Рис. 6.2. Структура финансовых и энергетических резервов (потенциалов)

Различного рода резервы, высвобождаемые, тем или иным образом, в процессе комплексного анализа (которые возможно направить на инвестиционные цели в теплоснабжающих организациях) можно условно разделить на несколько основных групп.

1. Институциональные финансовые резервы (предусмотренные действующим законодательством):

- инвестиционная надбавка к тарифам;
- плата за подключение к сетям энергоснабжения;
- амортизационные средства;

2. Высвобождение резервов от налаживания учета, мониторинга и рационализации работы системы:

- сокращение разницы между договорными и фактическими нагрузками потребителей;

- сокращение потерь тепловой энергии и теплоносителя в тепловых сетях;
- сокращение перепоставок тепловой энергии потребителям («перетопов»);

3. Резервы, высвобождаемые при организационно-управленческих мероприятиях в теплоснабжающих организациях:

- Бюджетные ассигнования, направляемые на покрытие разницы в тарифах на тепловую энергию;
- Рационализация тарифов за счет снижения потерь, приведения расчетных нагрузок к фактическим;
- Организационно-управленческие мероприятия (повышение производительности труда, тендеры, услуги сторонних организаций);
- Оптимизация работы с промышленными и коммерческими потребителями, арендаторами.

Даже такой краткий анализ выделенных обобщенных групп факторов (технологических, технико-экономических, институциональных) показывает их тесную взаимосвязь и взаимоувязку. Условно говоря – невозможно наладить высокую технологическую эффективность в условиях некачественных процессов управления, и наоборот, повышение качества управления ведет к выявлению технологических потерь и повышению энергетической эффективности работы системы¹³⁵.

Использование различных резервов повышения эффективности теплоснабжения, т.е. разных составляющих потенциала энерго- и ресурсосбережения требует различных мотивационных механизмов, комплекса правовых, инструктивных, распорядительных документов.

¹³⁵ Это достаточно наглядно демонстрирует опыт создания Московской объединенной энергетической компании на базе совокупности компаний соответствующего профиля. После наведения порядка в структуре управления, отчетности, корпоративной политике, в течение 2-3 лет, эксплуатационные издержки неуклонно снижались достаточно высокими темпами, что приводит и к безусловному росту капитализации компании в целом.

Совокупность таких мер и мероприятий, реализованная в целевых программах энергосбережения ряда городов и территорий, показана в табл. 6.7. Понятно, что снижение «перетоков» приведет и к соответствующему снижению потерь в тепловых сетях, поэтому эффект от реализации энергосберегающих мероприятий будет мультипликативным. Поэтапная реализация комплекса мероприятий по основным направлениям позволяет продвигаться по пути выявления острых проблем, нахождения главных резервов повышения эффективности системы.

Отметим, что наряду с энергетическими и финансовыми показателями эффективности системы более высокого уровня сложности мы вынуждены использовать еще информационно-институциональные параметры и критерии (речь о которых шла в предыдущей главе данного исследования).

Расчет и анализ полученных по данной методике результатов (выполненный в следующем параграфе работы) убедительно продемонстрировал, что система теплоснабжения ряда крупных городов может реконструироваться и развиваться за счет собственных средств, конечно, если речь не идет о крупных проектах, например, строительство нового источника энергии.

**Таблица 6.7. Структура и виды выявляемых резервов,
пути их использования**

Группы резервов	Перечень возможных резервов по группам	Пути использования
Институциональные резервы	Инвестиционная надбавка к тарифам	Используются при реализации инвестиционных программ
	Плата за подключение к сетям энергоснабжения	Используются на развитие сетей
	Амортизационные средства	Используются на обновление оборудования
Высвобождение резервов от налаживания учета, мониторинга и рационализации работы системы	Сокращение разницы между договорными и фактическими нагрузками	Установка систем учета, паспортизация зданий
	Сокращение потерь тепловой энергии и теплоносителя	Замена оборудования котельных, перекладка теплосетей
	Сокращение перепоставок тепловой энергии («перетопов»)	Установка систем регулирования теплоснабжения (ИТП)
Резервы, высвобождаемые при организационно-управленческих мероприятиях в теплоснабжающих организациях	Бюджетные средства, направляемые на покрытие разницы в тарифах на тепловую энергию	Направление части бюджетных средств на цели энергосбережения
	Рационализация тарифов за счет снижения потерь, приведения расчетных нагрузок к фактическим	Формирование нормативной базы на местном, региональном и федеральном уровнях, стимулирующей оператора на сокращение издержек.
	Организационно-управленческие мероприятия (повышение производительности труда, тендеры на услуги сторонних организаций)	
Оптимизация работы с промышленными и коммерческими потребителями, арендаторами	Установка систем учета, оплата по факту	

Таблица 6.8. Алгоритм методики анализа эффективности функционирования и определения резервов

№	Наименование этапа	Содержание этапа
1.	Сбор исходных данных (параметры города, жилье, тарифы, состояние системы)	Анализ исходных данных по численности потребителей, тарифам. Наличие дотации из
2.	Определение чисто коммунальной тепловой нагрузки и годового теплоснабжения	Убираем из общего годового количества тепла потребление промышленности
3.	Анализ экономических параметров расчетов за тепловую энергию по группам потребителей	Расчет оплаты за тепло населением (и соц. бюджетной сферой), с учетом возможной бюджетной дотации
4.	Анализ доходов теплоснабжающей организацией по группам потребителей	Суммирование доходов ТСК от населения, промышленности, бюджетной сферы, дотации
5.	Анализ общей экономической эффективности системы теплоснабжения населения	Определение расхождений между затратами и прибылью теплоснабжающих организаций
6.	Анализ показателей общей эффективности теплоснабжения в городе	Определение общих и удельных показателей энергозатрат на отопление (Гкал/м ² , кДж/м ² *ГСОП)
7.	Взаимный анализ показателей технологической и экономической эффективности функционирования системы теплоснабжения	Определение структуры и размеров возможных высвобождающихся инвестиционных ресурсов, направляемых на цели реинвестирования системы

6.3. Пример оценки резервов повышения энергоэффективности региональных энерготехнологических систем

Для получения сопоставимых результатов по финансовым и энергетическим резервам энерготехнологических систем (систем теплоснабжения) были отобраны разные по численности города (табл. 6.3), находящиеся в различных климатических условиях. Основные этапы применяемой методологии и их содержание отражены в табл. 6.8.

Безусловно, выбранные города имеют свои отличительные особенности. В городах Орел, Калининград, Ростов-на-Дону, Ярославль отсутствует дотационное финансирование теплоснабжающих компаний. Вся оплата происходит за счет средств конечного потребителя, в т.ч. и за счет средств, адресно субсидированных бюджетом отдельным категориям населения. При этом в некоторых городах (Калининград) оплата за тепло взимается только в зимние месяцы, в то время как в целом по стране расходы на отопление население равномерно возмещает в течение всего года.

Теплоснабжение большинства городов осуществляется ТЭЦ соответствующих территориальных генерирующих компаний, промышленными и муниципальными котельными. В крупных городах часть тепловой нагрузки покрывается от промышленных ТЭЦ. В ряде городов (Воронеж) часть котельных взята в аренду внешними коммунальными холдингами. Топливом в подавляющем большинстве для всех источников тепловой энергии служит природный газ.

Расчеты выполнены на основании открытых данных, представленных в официальных источниках (сайты генерирующих компаний и администраций городов), а также в СМИ. В табл. 6.9 приведены исходные данные и сводные показатели эффективности городских систем теплоснабжения. Из таблицы, видно, насколько сильно разнятся

тарифы, показатели оплаты населением услуг отопления и горячего водоснабжения, даже с учетом климатических условий.

Таблица 6.9. Базовые параметры городов для дальнейшего анализа

Города	Население, тыс. чел	ГСОП	Федеральный округ
Орел	326	4409	Центральный ФО
Белгород	340	3959	Центральный ФО
Калуга	341	4601	Центральный ФО
Брянск	420	4244	Центральный ФО
Рязань	514	4706	Центральный ФО
Ярославль	604	4329	Центральный ФО
Воронеж	847	4259	Центральный ФО
Калининград	425	3450	Северо-западный ФО
Мурманск	329	6050	Северо-западный ФО
Ростов-на-Дону	1055	3343	Южный ФО
Итого ¹³⁶	5201		

Сводный показатель возможных высвобождающихся финансовых резервов в контексте данного подхода назван «возможным инвестиционным резервом» (последняя строка табл. 6.10), и рассчитан как превышение полученных за тепло средств над выявленными затратами в соответствии с общепринятыми экономическими балансами (отношение полученной прибыли к суммарным затратам предприятия).

$$R_{\text{сум}} = (C_{\text{теп}} * F_{\text{жил}} + C_{\text{гвс}} * N_{\text{жит}} + D_{\text{дотац}}) + Q_{\text{пром}} * C_{\text{полн}} - Z_{\text{сум}}, \text{ тыс. руб.}$$

Комплекс данных принят по обозначениям табл. 6.5-6.6.

Следует еще раз отметить, что это только видимая часть полного инвестиционного резерва $R_{\text{сум}}$, рассчитанная по общедоступным открытым данным теплоснабжающих организаций.

¹³⁶ Перечень городов сформирован на основании предварительного списка городских заседаний с учетом наличия необходимой информации для дальнейшего технико-экономического анализа.

Разные виды инвестиционных резервов, как отмечалось выше, взаимосвязаны, и в табл. 6.10, кроме того, показаны результаты условных оценок инвестиционного потенциала ещё и по некоторым другим выявленным финансовым источникам: «дотационное финансирование», «отладка схемы оплаты» по разным городам: Зеленоград, Калининград, Мурманск, Ростов-на-Дону, Белгород, Брянск, Воронеж, Орел, Калуга.

Результаты анализа¹³⁷ в графическом виде представлены на рис. 6.3, при этом размер кругов характеризует именно объем возможных финансовых резервов. В какой-то степени, чем крупнее город – тем больше расхождения между доходами и расходами теплоснабжающей организации, что связано в первую очередь с перекосами в оплате за тепловую энергию отопления и горячего водоснабжения.

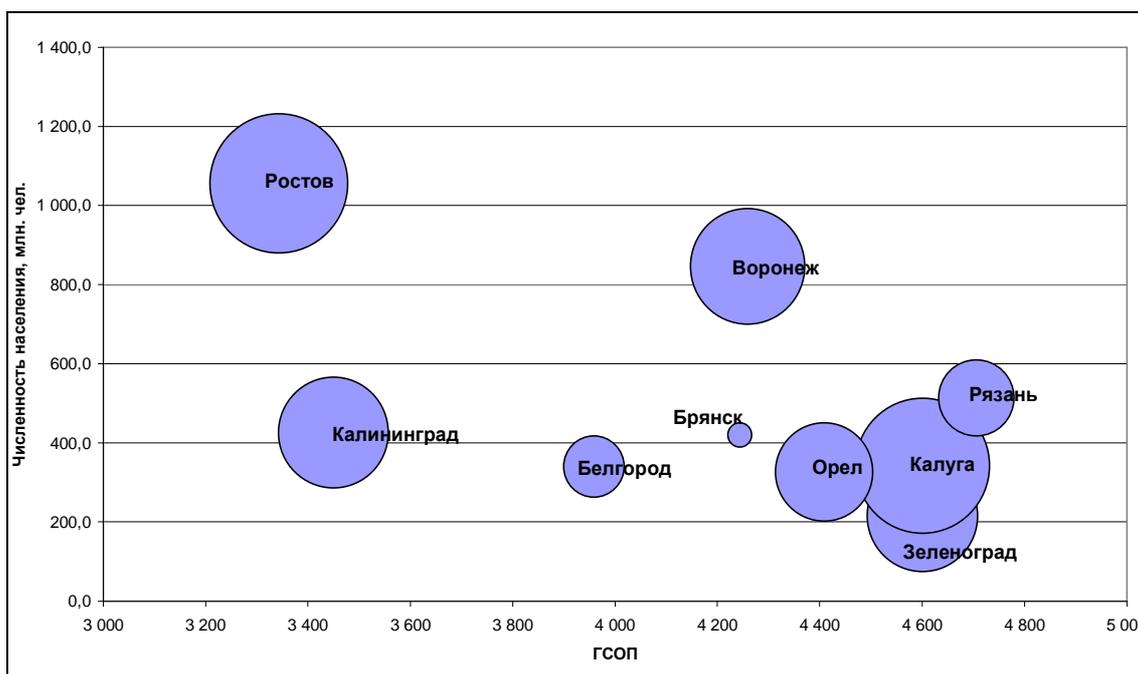


Рис. 6.3. Распределение городов в обобщенных типологических координатах «население города – градусо-сутки отопительного периода»

¹³⁷ Расчеты выполнялись автором совместно с к.э.н. Е.В. Репецкой

Таблица 6.10. Сравнительные параметры эффективности функционирования систем теплоснабжения городов

Параметры городских РЭТС	Зеленоград	Калининград	Ростов-на-Дону	Белгород	Калуга	Орел	Воронеж	Брянск	Рязань	Ярославль
ГСОП	4 601	3 450	3 343	3 959	4601	4409	4259	4244	4706	4329
Численность населения, тыс. чел.	215,7	425,6	1 054,9	340,0	341,3	325,9	846,3	420	513,3	603,7
Общая площадь жилья, млн м ²	4,3	10,0	20,3	6,8	7	6,4	13,3	8,4	9,7	12,9
Отпуск тепла, общий, млн Гкал/год	1,8	2,2	5,9	2,0	1,5	1,6	3,8	2,9	3	3,3
Отпуск тепла, население, млн Гкал/год	1,2	2,2	3,2	1,4	1,5	1,6	3,8	2	3	3,3
Тарифы и ставки:										
население, ГВС, руб./чел. (без НДС)	136,3	216,4	105,9	69,5	130	78	78	80	163	132
население, отопл., руб/м ² (без НДС)	10,3	21,4	9,6	6,9	9	9	11,6	8	10,7	9,0
РЭК – экономически обоснованный, руб./Гкал	726,0	777,7	491,5	770,0	670	456,9	496	604	670	635,26
РЭК – для населения, руб./Гкал (без НДС)	444,9	777,7	491,5	463,6	399,7	456,9	446,4	585	603	635,26
Общий доход, млн руб./год	1 660,1	2 496,0	4 994,9	1 760,3	1 693,9	996,2	2 832,0	1 791,2	2 446,2	2 351,9
Дотация из бюджета, млн руб./год	333,9	0,0	0,0	416,7	405,5	0,0	188,5	38,0	201,0	0,0
Доходы за счет населения, млн руб./год	881,8	2 496,0	3 689,9	850,8	1 288,4	996,2	2 643,5	1 209,6	2 245,2	2 351,9
Доходы за счет промышленности, млн руб./год	444,3	0,0	1 305,0	492,8	0,0	0,0	0,0	543,6	0,0	0,0
Расходы предприятия, млн руб./год	1 132,8	1 711,0	2 900,1	1 540,0	1 005,0	731,0	1 884,8	1 751,6	2 010,0	2 096,4
Итог (прибыль), млн руб./год	527,3	785,0	2 094,9	220,3	688,9	265,2	947,2	39,6	436,2	255,6
Возможный инвестиционный резерв, %	47%	46%	72%	14%	69%	36%	50%	2%	22%	12%

Исключением из этой тенденции является ряд городов, и это дает дополнительный повод для анализа в этих системах других возможных дисбалансов. К примеру, для Белгорода (14%) предположительно, что в этом городе есть существенное расхождение по используемым физическим показателям для оплаты: используются устаревшие расчетные или договорные нагрузки. Эти расхождения можно оценить при расчете других видов финансовых резервов.

В ряде других городов (Брянск) очевидны заниженные тарифы на оплату населением тепловой энергии. Поскольку в данном случае оценена только одна возможность высвобождения финансовых средств (табл. 6.10), нужно сказать, что полученный результат – это минимум, который можно использовать для дальнейшего развития системы теплоснабжения города.

Напомним, размер круга на рис. 6.3 характеризует предварительный объем возможных инвестиционных средств теплоснабжающих предприятий упомянутых городов. Суммарный резерв системы, как уже было отмечено ранее, складывается под влиянием множества факторов. Их соотношение между собой по абсолютному значению и влияние на итоговый результат зависит от многих объективных причин: численность населения, климат, состояние сетей, привлекательность региона и пр.

При этом необходимо отдавать себе отчет, что структура резерва включает в себя такие разнородные по своей природе показатели (табл. 6.7), как разницу между расчетными и фактическими значениями потребления энергоресурсов, потери при распределении и транспорте тепла, «перетопы» зданий, неудовлетворительное состояние ограждающих конструкций ряда зданий.

В табл. 6.11 сделана оценка наличия выявленных в результате выполненных расчетов резервов для городских систем теплоснабжения, по видам или компонентам их возможной реализации.

Таблица 6.11. Локализация резервов повышения эффективности РЭС городов

	Вид потенциала	Зеленоград	Калининград	Ростов	Белгород	Орел	Брянск	Воронеж	Калу- га	Рязань	Мурманск
	Финансовый										
1	Дотационное финансирование	+	-	-	+	-	+	+	+	+	+
2	Снижение текущих затрат	+/-	+/-	+/-	+/-	+/-	+/-	+/-	+/-	+/-	+/-
3	Амортизация, затраты на ремонт	+/-	+/-	+/-	+/-	+/-	+/-	+/-	+/-	+/-	+/-
4	Расчет с потребителями по договорным, расч., фактическим нагрузкам	+/-	+/-	+/-	+/-	+/-	+/-	+/-	+/-	+/-	+/-
4.1.	Отладка схемы оплаты: (руб./м ² + руб./чел) = руб./Гкал	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
5	Инвестиционная надбавка	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
6	Плата за присоединение	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Энергетический										
1	Потери в сетях	+/-	+/-	+/-	+/-	+/-	+/-	+/-	+/-	+/-	+/-
2	Потери на источнике	+/-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3	Устранение «перетоков»	+/-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Технологический резерв системы определялся как разница между текущим состоянием и передовыми показателями удельного потребления тепловой энергии на отопление жилого фонда. Для адекватного сравнения показателей применялся не только стандартный показатель удельного расхода тепловой энергии на отопление зданий ($\text{Гкал}/\text{м}^2$ или $\text{Гкал}/\text{м}^3$), но и универсальный показатель, «очищенный» от климатических различий ($\text{кДж}/\text{м}^2 \cdot \text{ГСОП}$), см. табл. 6.12 и рис. 6.4.

Таблица 6.12. Удельные расходы тепловой энергии на отопление городов

Города	ГСОП	$q_{\text{от}}, \text{Гкал}/\text{м}^2$	$q_{\text{от}}, \text{кДж}/\text{м}^2 \cdot \text{ГСОП}$
Орел	4409	0,17	157
Белгород	3959	0,13	140
Калуга	4601	0,14	131
Брянск	4244	0,16	155
Рязань	4706	0,20	182
Ярославль	4329	0,17	164
Воронеж	4259	0,18	186
Калининград	3450	0,15	176
Мурманск	6050	0,18	123
Ростов-на-Дону	3343	0,13	163

Поскольку для ряда стран с развитой экономикой (Швеция, Германия) этот показатель в последнее время составляет около $100 \text{ кДж}/\text{м}^2 \cdot \text{ГСОП}$, то сравнение с этим значением даёт общее представление об эффективности системы теплоснабжения. В частности, для Москвы, по данным анализа специалистов ВНИПИэнергопрома, этот показатель в последние 1,5-2 года составляет значение около $138-143 \text{ кДж}/\text{м}^2 \cdot \text{ГСОП}$. Очевидно, что вопреки расхожим представлениям, коммунальное теплоснабжение городов в РФ уступает Европейским показателям не в 3-5 раз, как принято было считать ранее, а не более

чем в 1,3-1,8 раза¹³⁸. Таким образом, общий потенциал энергосбережения при теплоснабжении зданий в целом составляет около 35 %.



Рис. 6.4. Зависимость удельных расходов тепла на отопление от численности населения городов

В целом величину «перетопов» можно оценить в 15-20% от теплотребления, то есть половину располагаемого резерва энергосбережения. Вторую половину, как показывает опыт реальных энергетических обследований, составляет резерв, связанный с улучшением состояния ограждающих конструкций зданий.

Таким образом, если полученные значения для выбранных городов находятся в пределах 140-145 кДж/м²*ГСОП, то можно говорить о приемлемых на сегодняшний день значениях эффективности и потерях в тепловых сетях. Если же этот показатель становится выше – в пределах 150-170 кДж/м²*ГСОП, то налицо чрезмерные потери в сетях, если – свыше 175-180 кДж/м²*ГСОП, то скорей всего, имеются существенные расхождения между договорными и фактическими зна-

¹³⁸ При этом обработка массивов данных узлов учета тепловой энергии в Москве демонстрирует нам существенные «перетопы» значительного числа зданий.

чениями поставленного потребителям тепла. На основании проведенных расчетов итоговое распределение полученных аналитических показателей городов произведено на диаграмме «технический – экономический потенциал» (рис. 6.5).

В качестве базового параметра оценки технологической эффективности системы теплоэнергоснабжения города на данном этапе использовались значения удельных расходов тепловой энергии на отопление жилья ($\text{Гкал}/\text{м}^2$). Для адекватного сравнения городов, находящихся в разных климатических зонах, используется размерность $\text{кДж}/\text{м}^2 \cdot \text{ГСОП}$, получаемая при делении физических величин на соответствующие значения дефицита тепловой энергии территории в градусо-сутках отопительного периода (ГСОП). Соответственно, по оси абсцисс указываются параметры превышения фактических данных над Европейскими нормативами¹³⁹ 2002-2005 гг.

Если полученные значения для выбранных городов находятся в пределах 140-145 $\text{кДж}/\text{м}^2 \cdot \text{ГСОП}$, то можно говорить о приемлемых на сегодняшний день значениях эффективности и потерях в тепловых сетях. Если же этот показатель становится выше – в пределах 150-170 $\text{кДж}/\text{м}^2 \cdot \text{ГСОП}$, то налицо чрезмерные потери в сетях, если – свыше 175-180 $\text{кДж}/\text{м}^2 \cdot \text{ГСОП}$, то скорей всего, имеются еще и существенные расхождения между договорными и фактическими значениями поставленного потребителям тепла. Распределение городов в диаграмме достаточно полно характеризует ситуацию в городских энерготехнологических системах.

¹³⁹ По данным Международного энергетического агентства этот показатель находился в пределах 95-100 $\text{кДж}/\text{м}^2 \cdot \text{ГСОП}$

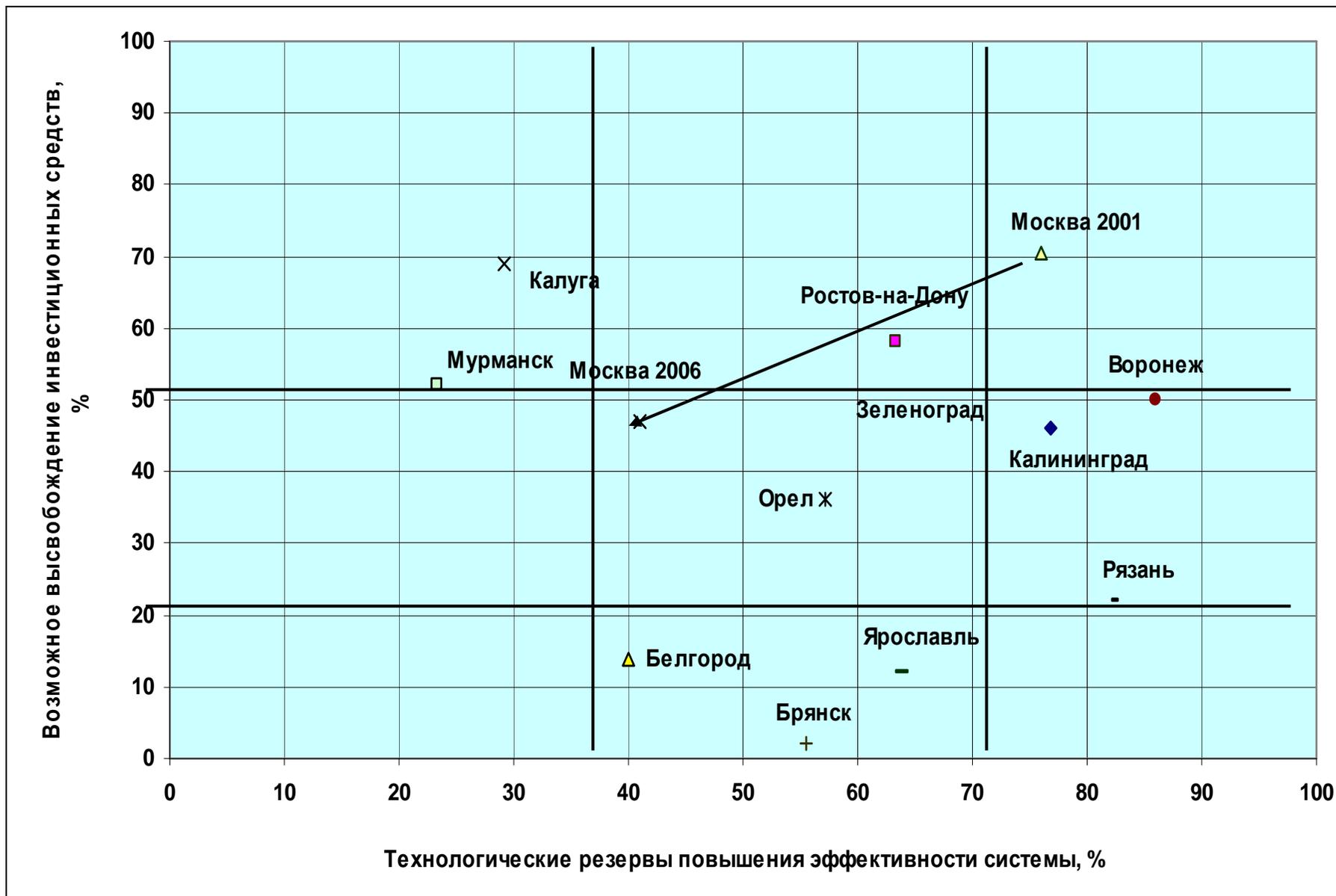


Рис. 6.5. Распределение городов в диаграмме «технологические – финансовые резервы эффективности»

Распределение городов в условных координатах «техника – финансы» позволяет наглядно представить ситуацию в системе энергообеспечения города:

- демонстрирует соотношение технических и финансово-экономических резервов повышения эффективности системы;
- может показать динамику улучшения (ухудшения) ситуации, как в технической, так и в экономической сфере за истекшие годы;
- наглядно демонстрирует необходимость взаимоувязки технических проблем повышения эффективности с наведением порядка в оплате;
- убедительно показывает ситуацию в системе теплообеспечения города в системном разрезе;
- выявляет и наглядно демонстрирует приоритеты политики повышения эффективности теплоснабжения города.

Кроме того, такой инструментарий еще раз наглядно свидетельствует об отсутствии единых универсальных рецептов и решений для теплоснабжения разных городов страны (даже находящихся в сходных климатических ситуациях), подтверждает необходимость поэтапных взаимоувязанных технических, организационно-экономических, информационных мер и решений, направленных на повышение эффективности и устойчивости работы систем энергообеспечения городов.

Города, имеющие высокие значения технологических резервов (т.е. достаточно низкую эффективность теплообеспечения в настоящее время) располагаются в правой части диаграммы. Те из них, которые имеют и значительные финансовые резервы (высокие значения возможных высвобождаемых средств) расположены в её верхней части. В левом нижнем углу диаграммы нет ни одного из представленных

городов (только Москва поэтапно продвигается в последнее время по направлению повышения эффективности теплоснабжения).

Видно, что во всех городах по-разному соотносятся технологические/финансовые резервы, обусловленные текущей ситуацией в городе, географическими особенностями, проводимой тарифной политикой, состоянием системы теплоснабжения. Очевидно, что в городах, где обращают серьезное внимание на эти проблемы, занимаются перекладками сетей (Белгород, Калуга, Москва) технологическое состояние сетей заметно лучше, чем там, где перекладки осуществляют эпизодически и фрагментарно. Кроме того, диаграммы (рис. 6.4-6.5) еще раз демонстрируют, что не существует универсальных рецептов для всех городов, а возможен единый методологический подход, основанный на поэтапном продвижении к пониманию и улучшению ситуации, снижению нерациональных потерь и повышению эффективности системы.

6.4. Алгоритм и этапы комплексного территориального подхода к повышению эффективности региональных энерготехнологических систем

Радикальное сокращение энергозатрат в коммунальном комплексе городов, как уже было доказано ранее, требует рассмотрения в качестве объекта уже не зданий, сооружений или сетей энергоснабжения, а целостного территориального комплекса источников и систем теплоснабжения. Необходимость рассмотрения в качестве объекта целостных территориальных образований вызвана тем, что именно на этом уровне возможно радикально повысить эффективность всего комплекса жизнеобеспечения, включая источники ТЭР, системы распределения и разнородных потребителей. При этом частные решения

энергосбережения на ТЭЦ, в сетях, не дадут масштабного эффекта без сочетания их с общими инфраструктурными мероприятиями на всех уровнях единого коммунального комплекса.

Поскольку процессы энергоиспользования протекают в разных уровнях, во всех звеньях экономики, городского хозяйства, то дисбалансы разного уровня накапливаются, накладываются друг на друга, создавая в целом совершенно искаженную картину целей и мотиваций всех субъектов. Полагаться в такой неразберихе на «рыночные» сигналы, свободное ценообразование и возникновение мотивированной заинтересованности в экономии энергии представляется сомнительными по целому ряду выше отмеченных причин.

В этой постановке задачи комплексный территориальный подход к повышению эффективности (и надежности) комплекса жизнеобеспечения, во-первых, неизбежно требует согласованности технических, организационно-экономических решений, политико-правовых предпосылок и сопутствующих социальных технологий, и, во-вторых, предполагает наличие необходимого инструментария оценки эффективности всего комплекса, соответствующих информационно-аналитических систем и баз данных потребителей.

При выходе из институциональных ловушек речь не идет о полном восстановлении комплекса мотивационных механизмов, с помощью которых создавались энергоисточники и сети в прошлые десятилетия, да и мир меняется довольно стремительно. Векторы (набор сценариев) выхода дают нам самые общие направления и ориентиры для поэтапного выявления и сокращения потерь, нерациональных перерасходов ТЭР.

Конкретный набор, т.е. комплекс мер и мероприятий, сбалансированный по заданиям и ресурсам, и увязанных между собой, получается уже в результате создания конкретных комплексных территориальных программ энерго- и ресурсосбережения. Принципиально важ-

ным является именно выбор и формирование региональной стратегии энергоэффективности – на основании комплексной диагностики и анализа ситуации в городе (регионе).

Опыт фактических работ по энергосбережению в коммунальном комплексе, рассмотренный в предыдущей главе, также наглядно свидетельствует, что помимо технических решений необходимо проводить комплекс организационно-экономических мероприятий, увязанных непосредственно с применяемыми технологическими инновациями. Это и есть важнейшие предпосылки комплексного территориального подхода.

Комплексный территориальный подход к повышению эффективности (и надежности) комплекса жизнеобеспечения, во-первых, предполагает наличие необходимого инструментария оценки эффективности всего комплекса, соответствующего информационно-аналитических систем и баз данных потребителей; и, во-вторых, неизбежно требует согласованности технических, организационно-экономических решений, политико-правовых предпосылок и сопутствующих социальных технологий.

Сформулируем несколько базовых принципов территориального энерготехнологического подхода следующим образом.

1. Комплексный подход к территории (городу) как к многоуровневой иерархической системе, связанной совокупными транспортными, энергетическими, социально-экономическими взаимодействиями в едином правовом пространстве.

2. В силу такой комплексности для повышения энергетической (и любой другой) эффективности территории необходима органичная увязка технологических, организационно-экономических, информационных и правовых мероприятий.

3. Разнородность и разнокачественность потребительских характеристик и параметров конечных потребителей энергоресурсов в

распределенных системах теплоэнергоснабжения затрудняет эффективное централизованное регулирование, и повышение эффективности распределенных систем теплоэнергоснабжения городов (территорий) связано с активным применением распределенного регулирования и управления возникающими дисбалансами.

4. Разные составляющие потенциала энергосбережения (повышения энергетической эффективности) помимо различных технологических приёмов требует использования различных мотивационных механизмов, нахождение и увязка которых является важнейшей задачей создания новой институциональной среды территории.

5. Наконец, принципиально важным является поэтапность реализации комплекса мероприятий по выделенным направлениям (техника, учет и тарифная политика, правовые меры), то есть проработка конкретных территориально привязанных сценариев действий.

Эти пять основных принципов территориального подхода, как видно, также взаимосвязаны между собой и составляют, таким образом, достаточно органичную систему действий, апробированную в ряде регионов. При разработке стратегии развития теплоснабжения отдельного объекта (поселка, города или его части, района и пр.) и формирования инвестиционной программы необходимо обратить внимание на ряд важных факторов, которые могут существенно повлиять на выбор источников инвестиций и построение эффективной системы управления схемой теплоэнергоснабжения объекта.

Сводная таблица 6.13 дает нам общие направления уменьшения институциональных дисбалансов по основным направлениям. Частично ряд мер заложен в Законе «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности...», в новой Государственной целевой программе «Энергосбережения в РФ на 2010-2020 гг.», в некоторых региональных и отраслевых программах энергосбережения.

Таблица 6.13. Алгоритм и комплекс мероприятий энергосбережения

Технический комплекс Системы учета и мониторинга	Нормативно- правовая база	Тарифное регулирование, управление спросом
Первоначальный аудит элементов системы. Выбор объектов для пилотных проектов, установка приборов учета ресурсов.	Анализ общего законодательства в области обращения ТЭР.	Сбор тарифов, нормативов, лимитов по всем группам потребителей. Предварительный анализ тарифов, анализ групп потребителей.
Создание демонстрационных объектов и зон эффективного энергопотребления. Установка приборов учета на большинстве объектов.	Определение «нестыковок» законодательных актов разного уровня.	Оценки эффективности по удельным показателям потребления ТЭР. Пересмотр и коррекция нормативов потребления ТЭР.
Массовая установка УУТЭ, паспортизация потребителей. Составление энергетических балансов узлов, определение максимальных потерь.	Выработка поправок в законодательные акты разного уровня, регламенты.	Анализ сбалансированности тарифов, выявление технологических зон для сокращения (мощности) энергопотребления.
Углубленный аудит, анализ энергетических балансов системы. Интеграция УУТЭ ресурсов в системы автоматизированного учета.	Согласование поправок в законодательстве разных уровней.	Отработка различных вариантов использования многоставочных (день, ночь, пик) тарифов для управления спросом.
Освоение техники снижения и утилизации потерь ТЭР. Создание биллинговых систем на основе САУР.	Процедуры гармонизации законодательства.	Установление гибких нормативов по группам потребителей. Оплата ресурсов потребителями по факту.

Выработка условий сопряжения комплекса мер и мероприятий по разным направлениям модернизации РЭС является важной методологической задачей.

Наиболее просто определить эти условия в технической части, исходя из целостности РЭС как технологической системы. Темп сокращения потерь (повышения эффективности) в разных элементах РЭС задается в пределах 3-5% в год (согласно федеральному или региональному законодательству), и может быть достигнут модернизацией и реконструкцией оборудования на источниках, в распределительных сетях, применением более эффективной техники у потребителей.

Безусловно, в зависимости от запланированных мероприятий, ресурсных возможностей, в ряде элементов системы темпы повышения эффективности могут различаться друг от друга: важно осознавать, что они не должны различаться на порядок. В частности, в бюджетной сфере, государственная политика после принятия Федерального закона № 261-ФЗ «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности» определяет такой темп ориентировочно в 3% в год.

Сложней с условиями сопряжения технологических и организационно-экономических, нормативно-правовых мер. Дисбаланс между ними приводит в ряде случаев к полному уничтожению «технологических» или «информационных» результатов. В качестве примера можно привести ситуацию с обслуживанием узлов учета или автоматизированного управления теплоснабжением зданиями. Непродуманность институциональных мер по обслуживанию этой техники соответствующими энергосервисными компаниями (т.е. отсутствие сравнительно небольших средств по сравнению с уже затраченными капитальными вложениями) привело в ряде городов к выходу из строя приборов учета, бездействию систем регулирования, и, в конечном счете, к омертвлению капитала, упущенной экономии ТЭР и потере вложенных бюджетных средств.

Если темп установки систем учета в значительной степени сейчас регламентирован Федеральным законом № 261-ФЗ «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности...», то развертывание работ их содержанию и обслуживанию также должно быть согласовано с помощью дополнительных нормативных актов и регламентов. С этим же темпом необходимо увязывать и порядок применения более жестких нормативов и стандартов энергоэффективности – в частности, темпы снижения удельных расходов энергоресурсов.

Государственные правоустанавливающие и правоприменительные документы должны играть ведущую роль в устранении правовой неразберихи, установлении сбалансированной правовой системы. Роль государства – задать цели и задачи (целевые ориентиры и показатели), установить «правила игры». Конкретные задачи, направленные на реализацию целевых показателей государственной политики непосредственно для регионов могут варьироваться, а соответствующий комплекс мер регионы прорабатывают самостоятельно, опираясь на заданные целевые показатели (в частности, 40%-е сокращение энергоемкости ВВП согласно Указа Президента РФ № 889).

Наиболее непростая часть условий сопряжения, трудно поддающаяся формализации – создание мотивации энергоэффективного поведения потребителей, формирование культуры энергоресурсосбережения и безотходности. С одной стороны, всегда есть соблазн отчитываться количеством принятых нормативных правовых актов, регламентов и стандартов, или снижением удельного потребления энергоресурсов населением, но ни то, ни другое не дает нам полной картины. Постановления далеко не всегда выполняются сразу, да и люди могут приобретать пусть более эффективные, но и более мощные бытовые приборы, что искажает динамику показателей.

Алгоритм поэтапной увязки комплекса мер в виде дерева целей приведен на рис. 6.6.

Апелляция к зарубежному опыту, как отмечено в предыдущей главе, при существенных различиях в структуре потребления тепло- и электроэнергии домохозяйствами, так и в менталитете населения, прямым образом затруднительна. В какой-то степени можно оценивать динамику эффективности в этом секторе по степени применения внеэкономических стимулов и механизмов, освоению стандартов энергоменеджмента у поставщиков и крупных потребителей энерго-ресурсов.



Рис. 6.6. Дерево целей комплексного территориального подхода

6.5. Выводы

В шестой главе работы проведена оценка энергетической эффективности.

Предложены методические основы выявления технологических, финансовых резервов повышения эффективности в региональных энерготехнологических системах (на примере систем теплоснабжения городов). Совместный анализ ресурсных и финансовых циклов уже дает нам возможность более качественного, системного видения дисбалансов и резервов по этим компонентам.

Для проверки предложенных моделей произведен расчет соответствующих резервов для ряда городов страны разного размера, находящихся в различных климатических условиях. Выявленные резервы наглядно демонстрируют возможности радикального повышения эффективности городских систем теплоснабжения за счет совокупности представленных мер и мероприятий.

При этом к технологиям повышения эффективности технических систем добавляются, или, говоря точнее, встраиваются компоненты и конструкты правового, информационного характера, иные инструменты стимулирования (а значит воздействия на социальные системы) эффективного использования энергоресурсов. Надо отметить, что технологии технического характера составляют около 1/5 всего массива применяемых средств, остальные 4/5 как раз являются выстроенными мерами информационной, правовой, тарифной политики, мероприятиями пропаганды и обучения.

Соответственно, комплексный территориальный подход представляет из себя алгоритм реализации взаимоувязанных шагов в организационно-экономическом, техническом, информационном плане.

7. ПРОБЛЕМЫ И ПУТИ РЕАЛИЗАЦИИ СИСТЕМНЫХ МЕТОДИЧЕСКИХ ПРИНЦИПОВ МОДЕРНИЗАЦИИ РЕГИОНАЛЬНЫХ ЭНЕРГОТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СИСТЕМ

7.1. Проблемы перехода к региональному уровню, разнообразие регионов

Реализация резервов повышения энергоэффективности, определенных в предыдущих главах работы, опирается на общий методологический подход, который может показаться слишком абстрактным и оторванным от реальности. Вместе с тем разнообразие ситуаций в региональных системах слишком велико, чтобы можно было дать исчерпывающий перечень мер повышения энергоэффективности.

Как справедливо отмечал А.Я. Шелгинский¹⁴⁰, уже энерготехнологический комплекс предприятия – органически взаимосвязанные: теплоэнергетические, энерготехнологические и электроэнергетические системы, предназначенные для реализации технологически и энергоэкономически безупречного способа конечного использования энергии на основе строго регламентированных технологий конкретных материальных производств или услуг при резком снижении энергоемкости технологической продукции или предоставляемых услуг. Соответственно, регион представляет из себя конгломерат предприятий разных отраслей, энергоисточников, распределительных сетей, разнообразных потребителей энергии.

Если базовые различия городов, рассмотренные в предыдущих главах работы, обусловлены размером поселения (численностью населения) и климатическими параметрами (градусо-сутками отопительного периода), то отличия регионов друг от друга имеют более

¹⁴⁰ Шелгинский А.Я. Энерготехнологические комплексы промышленных предприятий – уровень решения основных задач энергосбережения // www.rosteplo.ru

сложную природу. Регион делает уникальной целостностью структура составляющих его элементов (промузлов, городов и поселков), расположенных на территории региона и связанных различными инфраструктурами.

С точки зрения общей теории систем, разнообразие регионов – несомненный плюс для устойчивого развития федерального государства как системы более высокого уровня. Но «разнообразие разнообразию рознь»: там, где речь идет об особенностях регионального развития, разнообразие полезно. В случае же сильных различий в энерго-развитии и энергоэффективности такое разнообразие вряд ли можно считать позитивным.

Для выявления проблематики региона используется комплекс различных показателей энергоэффективности по секторам производства и потребления ТЭР, общесистемные инфраструктурные показатели. Распределение регионов РФ по двум ключевым показателям энергоэффективности (рис. 7.1) показывает нам существенное разнообразие ситуации – как по удельному душевому энергопотреблению (ось абсцисс), так и по энергоемкости ВРП (ось ординат).

Распределение регионов по оси абсцисс показывает нам – сколько энергоресурсов потребляет регион, а по оси ординат – как используются эти ресурсы. Принимая среднее удельное потребление ТЭР на душу населения в РФ около 6,5 т у.т./чел. в год, видно, что регионы можно разделить на три большие группы. Первая – с недостаточным энергопотреблением (1,5-3,5 т у.т./чел.), вторая – со средне-российскими показателями (4-7 т у.т./чел.), и третья – с существенно более высокими значениями (9-14 т у.т./чел.). В первую группу попадает около 20 регионов (преимущественно южные), во вторую группу – свыше 40 регионов, и в третью – 17 (в основном северные сырьевые и металлургические регионы).

То есть отличительной характеристикой региональной целостности в этом случае мы считаем наличие промкомплекса с теми или иными ведущими энерготехнологическими процессами и технологиями (в старой трактовке – ЭПЦ). Собственно, из этого распределения вырисовываются базовые направления (векторы) энергоразвития территории. Для первой группы – это элементарный рост энерговооруженности, вторая может сочетать этот рост с повышением эффективности, для третьей группы необходима срочная модернизация энергоемкого технологического комплекса.

Если с общим и удельным энергопотреблением картина физически понятна, то удельная энергоемкость валового регионального продукта имеет более сложную природу. Диаграмма на рис. 7.1 отчетливо демонстрирует нам и существенный разброс в показателях энергоемкости ВРП. Причем максимальная его величина – именно у энергоемких регионов, которые вполне могли (и должны) демонстрировать повышенную эффективность использования ТЭР. Это превышение может быть связано как с наличием энергоемких металлургических (горно-металлургических) переделов, использующих высокотемпературные технологии обработки сырья и материалов, так и с тем, что наиболее прибыльные из этих производств зарегистрированы (а значит, и вносят вклад в ВРП) за пределами своего региона.

Распределение регионов РФ по удельной энергоёмкости ВРП

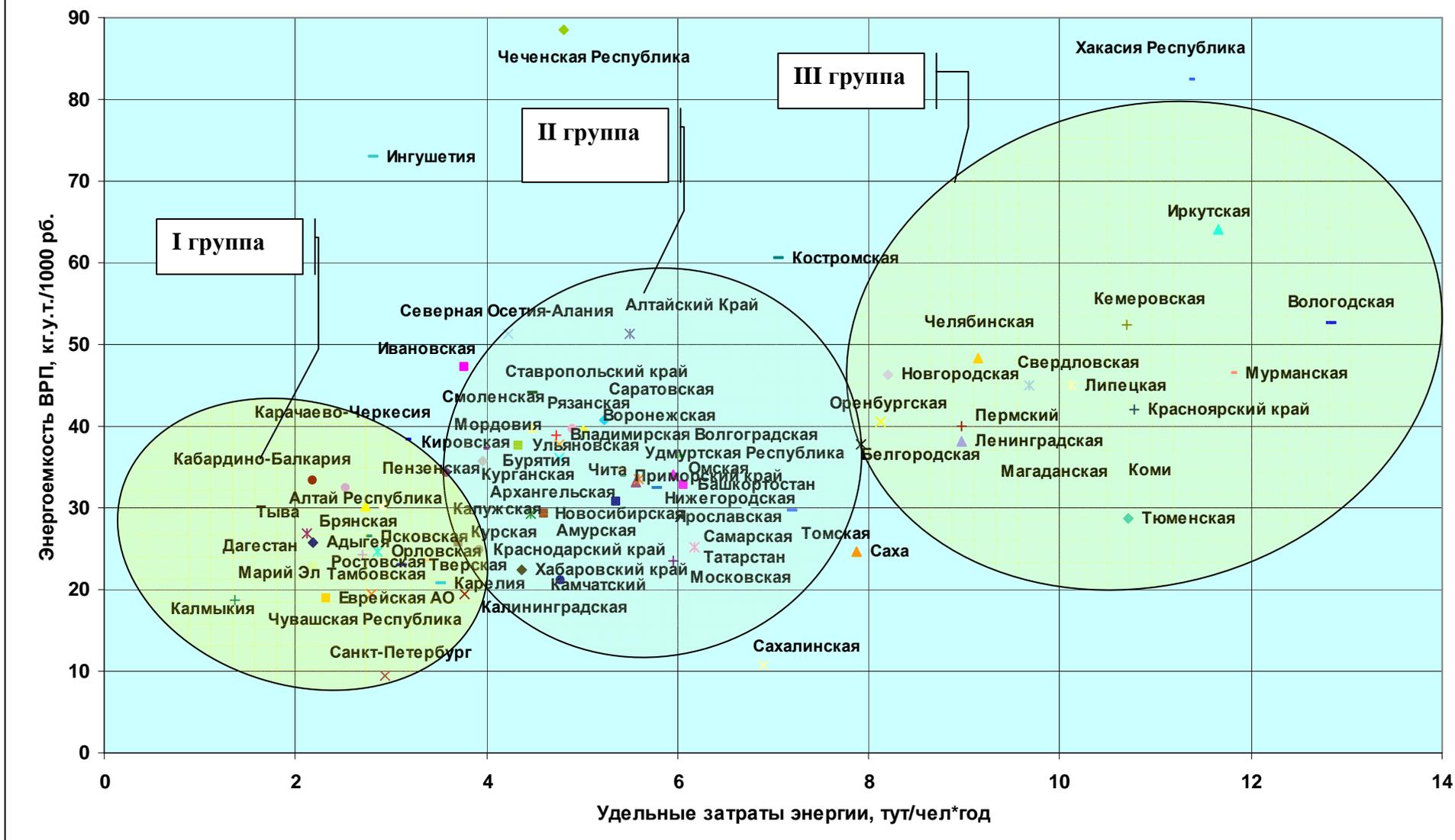


Рис. 7.1.

Соответственно, здесь нет такой же ясности и понимания приоритетных мер, как в первом случае. Выбор и соотношение базовых направлений энергосбережения в различных регионах определяется общей территориальной картиной, особенностями структуры топливно-энергетического баланса, рядом других влияющих аспектов. В частности, в промышленных регионах речь идет в первую очередь о более полном использовании потенциала ТЭР, энерготехнологическом комбинировании, использовании вторичных энергетических ресурсов, в аграрных и слабозаселенных приоритетом является эффективное развитие удаленных поселений, транспортных инфраструктур.

В этой связи выделяем разные программы (стратегии) энергосбережения регионов:

1. Общего «законодательного» типа – согласно требованиям законодательства (указы Президента РФ, Федеральные и местные законы).
2. По решению ключевых проблем региона (энергобезопасность, уход от дорогих видов топлив, ВИЭ и местные источники).
3. Программы согласования (сопряжения) энергосбережения в конечном потреблении с параметрами энергоэффективности на энергоисточниках.
4. По наличию ресурсов (в первую очередь финансовых) в регионах – это возможность реализации наиболее окупаемых мероприятий.

Инструментарий и подходы, реализуемые в данных программах, отражены в табл. 7.1. Различные условия отбора сценариев повышения энергетической эффективности в разных типах программ используют разные инструментариумы, стимулирующие механизмы.

Таблица 7.1. Виды программ и стратегий энергосбережения

Наименование программ	Цели программы (стратегии)	Инструментарий и подходы	Основные механизмы
Законодательно обусловленные программы	Выполнение требований Федерального законодательства	Распределение требований по секторам и муниципалитетам	Законодательные требования, стандарты, нормативы
Проблемно ориентированные программы	Решение ключевых проблем энергобезопасности и развития регионов	Выявление иерархии проблем энергобезопасности и энергоэффективности	Реализация приоритетов, повышение энергобезопасности
Территориально сопряженные программы	Сбалансированное развитие энергоисточников и потребителей	Топливо-энергетические балансы промузлов и агломераций региона	Сбалансированная тарифная политика, управление спросом
Инвестиционные программы с ограничениями	Максимально эффективное освоение ресурсов региона	Анализ потерь и потенциалов энергосбережения во всех секторах региона	Выбор инвестиционно привлекательных мероприятий и проектов

Оптимальный вектор энергетической стратегии в соответствующих координатах определяется по исходному и требуемому состоянию региона (соответствующему поставленным целям энергоэффективного развития и отвечающему задачам реализации государственной политики на территории региона). Несмотря на то, что регионы движутся к зоне энергоэффективности с низкой энергоемкостью ВРП, направления (и наполнение) стратегий энергоэффективного развития существенно различно. Движение региона по заданному направлению (вектору) осуществляется на основе выбора мер из различных сформированных сценариев (табл. 7.2).

Таблица 7.2. Оценка влияния макросценариев на показатель энергоёмкости ВРП

Общие меры (сценарии)	Энергопотребление	ВРП региона	Предпосылки применения
Модернизация энергоёмких переделов металлургии, нефтехимии, химической промышленности	Существенное сокращение числителя	-	Обеспечение сбыта новой продукции, окупающего затраты на модернизацию
Сокращение потерь и непроизводительных расходов ТЭР в различных секторах экономики региона	Незначительное сокращение числителя	-	Окупаемость устройств утилизации потерь в пределах 3-5 лет (выбор окупаемых участков)
Рост экономики региона за счет производств с низкой энергоёмкостью, сферы услуг, малого бизнеса, туризма	Незначительный рост числителя	Значительный рост знаменателя (ВРП)	Возможность привлечения инвестиций на развитие малого бизнеса ¹⁴¹
Освоение новой энергоэффективной техники (освещение, бытовая техника)	Незначительный рост числителя	Значительный рост знаменателя (ВРП)	Маркировка техники, работа с потребителями, льготные кредиты
Активное развитие возобновляемых (местных) источников энергии	Снижение числителя (потребления органического топлива)	Рост знаменателя	Потенциал местных ВИЭ, экономическое стимулирование, дополнительные нормативные акты
Повышение транспортной мобильности населения на эффективном транспорте и развитие удаленных поселений	Незначительный рост числителя	Значительный рост знаменателя (ВРП)	Принятие региональных программ содействия развитию энергоэффективного транспорта
Наведение порядка со статистическим учетом потребляемых в регионе ТЭР и полным учетом их доли в региональном ВРП	Возможно значительное сокращение числителя	Возможен значительный рост знаменателя (ВРП)	Необходимые меры по сведению ТЭБ региона и оптимизации статистических работ

¹⁴¹ В ряде случаев помимо инвестиций необходимым условием является возможность подключения новых производств к инженерным сетям, наличие свободных мощностей.

$$\text{Энергоемкость ВРП} = \frac{(V_{\text{газ}} + V_{\text{эл}} + V_{\text{нефть}}), \text{ т у. т.}}{\sum_{i=1}^n (\text{Выручка} - \text{Затраты}), \text{ млрд. руб.}}$$

Как показывает практика, и уже отмечалось выше, большинству регионов в текущих условиях при существующих стратегиях развития и принимаемых тактических мерах достичь 40% снижения энергоемкости ВРП к 2020 г.¹⁴² крайне затруднительно. Собственно, энергоемкость ВРП – это отношение совокупных затрат энергии регионов к валовому региональному продукту. Можно сокращать числитель – количество энергоресурсов, и как видно на рис. 7.1, такая стратегия приемлема далеко не для всех регионов. 40%-е сокращение энергопотребления – достаточно болезненная для экономики мера. Рост знаменателя – за счет малоэнергоемких производств (сферы услуг), общего оздоровления экономики, новых энергоэффективных производств – гораздо более эффективное (в снижении энергоемкости ВРП) действие (табл. 7.2).

Говоря здесь о комплексе мер по модернизации региональных энерготехнологических систем (табл. 7.2), мы уже отмечали, что невозможно задать единый шаблон для всех систем разного уровня и размера с учетом важнейших территориальных факторов. Влияние и выбор приведенных сценариев на целевые показатели существенно детерминируется местными условиями.

Диаграмма на рис. 7.2 иллюстрирует необходимый критический наклон кривой в координатах «мощность – тариф», то есть выбор таких технологий, затраты энергии в которых давали бы необходимую отдачу денежных средств. При этом надо понимать определенную условность денежного измерения эффекта как с точки зрения конъюнк-

¹⁴² Снижение энергоемкости ВРП на 40% – требование Указа Президента РФ № 889 от 04.06.2008 г.

турных колебаний местной национальной валюты, так и особенности сбыта соответствующей продукции.



Если отвлечься от ценовых колебаний, заданный вектор dM/dT диктует поэтапное вытеснение наиболее энергоемких технологий первых сырьевых переделов (коксохимия и доменное производство в металлургии, к примеру) в пользу технологий, более полно использующих огневые высокотемпературные установки, применения более качественных и концентрированных видов энергии. Еще более важным шагом является переход к низкоэнергоемким технологиям производства более дорогой продукции глубокой переработки, то есть уход от первых энергосырьевых трансформаций. В табл. 7.3-7.4 представлены рейтинговые оценки энергоэффективности предприятий разного размера и различной отраслевой принадлежности. Рейтинг приведен по отношению к средним (=100%) значениям.

**Таблица 7.3. Сравнительная энергоэффективность предприятий
разного размера¹⁴³**

Страны	Малые предприятия	Средние предприятия	Крупные предприятия
Россия	596	102	112
Казахстан	726	115	181

**Таблица 7.4. Сравнительная энергоэффективность предприятий различных
отраслей (среднее = 100%)¹⁴⁴**

Отрасли	Россия	Казахстан
Строительство	690	1109
Пищевая промышленность	521	324
Машиностроение	434	881
Цветная металлургия	327	190
Нефтедобыча	295	804
Угольная промышленность	280	339
Транспорт	235	1046
ЖКХ	230	273
Прочая промышленность	220	260
Электроэнергетика	164	286
Деревообработка	166	-
Черная металлургия	114	172
Нефтепереработка	113	37

Даже в реальных условиях РФ рейтинги показывают существенное энергетическое преимущество малых предприятий перед крупными (табл. 7.3), а в табл. 7.4¹⁴⁵ ясно видны отрасли – лидеры энергоэффективности.

¹⁴³ Методика оценки экологической и энергетической эффективности экономики России / А. Мартынов, В. Артюхов. – М.: Интерфакс, 2010 г.

¹⁴⁴ Энергетическая эффективность производства оценивалась на основе соотношения экономического потенциала (выручки) к единице потребляемых энергоресурсов для 599 предприятий (437 из России и 162 из Казахстана).

¹⁴⁵ Среднее значение для рейтинга: энергозатраты 39,2 т у.т./млн руб., или 25,6 тыс. руб. выручки на 1 т у.т. энергоресурсов.

Таблица 7.5. Этапы формирования и отбора оптимальных сценариев повышения энергоэффективности

№	Цели и задачи, процедуры этапов отбора	Результаты реализации
1.	Формирование общих технологических мероприятий сокращения потерь на источниках, распределительных сетях и у конечных потребителей	Общий перечень мероприятий (справочники наилучших доступных технологий)
2.	Подбор блоков мероприятий для обеспечения заданных целевых показателей экономии по секторам (~3% в год в бюджетной сфере)	Группы мероприятий с численными значениями экономии ТЭР
3.	Отбор выбранных мероприятий по условиям окупаемости инвестиций (в том числе с условиями реализации дополнительной нормативной базы)	Распределение мер по группам с учетом этапов реализации по мере принятия стимулирующих документов
4.	Анализ возможных макро-сценариев, т.е. способов реализации инфраструктурных эффектов и программ между секторами	Ранжирование макро-сценариев по осуществимости (в том числе с учетом частных мероприятий)
5.	Формирование необходимых нормативно-правовых документов для стимулирования реализации мероприятий	Законодательные акты, стандарты, регламенты, постановления, порядки, ограничения, штрафы, льготы, контроль
6.	Выстраивание сценариев последовательной реализации комплекса мероприятий для достижения целевых показателей энергоэффективности	Подбор последовательности предлагаемых мер в том числе по условиям влияния на рост ВРП
7.	Коррекция сценариев с учетом невозможности реализации мероприятий или их ограничения	Реестр по условиям экономических, экологических, нормативных, технологических ограничений
8.	Выстраивание системы управления реализацией выбранных сценариев достижения целевых показателей	Определение иерархических уровней, субъектов и участников процессов управления, необходимых полномочий
9.	Разработка системы мониторинга процессов реализации мероприятий по секторам и исполнителям	Информационная система сбора, переработки и анализа поступающих данных

Набор мер и мероприятий по реализации выбранных региональных стратегий и составляет необходимый «макросценарий». Сценарный подход дает нам возможность осуществлять такую рационализацию набором мер и действий, существенно детерминированных местными условиями (скомпонованными из поэтапных шагов по вышеуказанным направлениям). Поэтому выражение «сценарный подход» применяется в рамках описания развития систем достаточно высокого уровня (VII-VIII). При этом понятие «сценарий» подразумевает как набор конкретных действий, так и их выстраивание в рамках достижения необходимых целевых показателей.

Этапы формирования и отбора оптимальных сценариев реализации мер для достижения заданных целевых показателей приведены в табл. 7.5, а пример их воплощения для Черноземного региона – в следующем параграфе работы.

7.2. Выбор оптимальных сценариев повышения энергоэффективности и сбалансированного развития на примере Черноземного региона

Целостность региона как субъекта хозяйственной деятельности и государственной политики отличает его от любого предприятия, системы теплоэнергоснабжения, отраслевого энергопромышленного комплекса. Концепция «территориальности», как уже отмечалось ранее, исходит от признания самого факта обязательного наличия особой сущности явлений, объектов и процессов, которую они приобретают в связи с их расположением, взаимодействием или протеканием в определенных пространственных границах. В связи с этим регионом мы считаем часть пространства страны в границах, установленных в соответствии с доминантным для данного исследования признаком;

это ареал юрисдикции региональных или местных органов власти (административно-территориальная граница).

Соответственно, повышение энергоэффективности региона является не столько самоцелью (хотя и закрепленной Указом Президента РФ и региональными программами энергосбережения, сколько инструментом успешного развития территории, ее органичного или сбалансированного роста (табл. 7.2). Повышение энергетической эффективности предприятий региона, его транспортных и энергетических инфраструктур, бюджетной сферы и ЖКХ должно быть нацелено на совокупное развитие, самым важным показателем которого принято считать валовой региональный продукт. Более общее описание взаимообусловленности в развитии городов (регионов) и их энергообеспечивающих систем (РЭС), такой комплексный анализ служит обоснованию вариантов политики развития регионов как самостоятельной экономической целостности.

Выбор уровня и форматов представления такой системной экономико-энергетической взаимообусловленности подобных описаний с неизбежностью предопределяет как суждения о логическом соотношении целевых установок, так и системы инструментов энергетической политики региона.

Соответственно, рационализация региональных и городских энерготехнологических комплексов может осуществляться:

- путем сокращения издержек и повышения эффективности (в том числе эффективности бизнес-процессов генерирующих компаний) РЭС;

- ради интенсификации городского (регионального) развития с точки зрения эффективного энергообеспечения социально-экономического роста;

- в рамках политики органичного сочетания энергетической политики и политики социально-экономического развития региона.

Проиллюстрируем эти подходы на примере группы областей Черноземного региона: их распределение в уже введенных выше координатах «удельные энергозатраты – удельная энергоемкость ВРП» приведено на рис. 7.3.



Рис. 7.3. Расположение областей Черноземья по удельным затратам ТЭР и удельной энергоемкости ВРП, и векторы их энергоэффективного развития

Из рис. 7.3 видно, что для группы с $V_{уд} = 2,5-3,5$ т у.т./чел. (Курская, Орловская, Тамбовская, Брянская области) вектор энергоразвития связан в первую очередь с ростом энерговооруженности и реализацией на этой основе программ развития региональной экономики. В этом случае можно говорить о программах 2-го и 4-го типов (табл. 7.1). Для Воронежской области ($V_{уд} = 5$ т у.т./чел.) – это программы 1-го и 2-го типа, с поиском определенных резервов повышения эффективности. Для энергоразвитых Белгородской и Липецкой областей

($V_{уд} = 8-10$ т у.т./чел.) речь идет о масштабном энергосбережении в рамках программ 2-го типа с активной модернизацией энергоемких производств, обуславливающих значительные затраты топливно-энергетических ресурсов (рис. 7.4). Не следует забывать и другие территориальные особенности – в частности, все ещё значительный энергодефицит Белгородской области и необходимость развития собственной генерации.

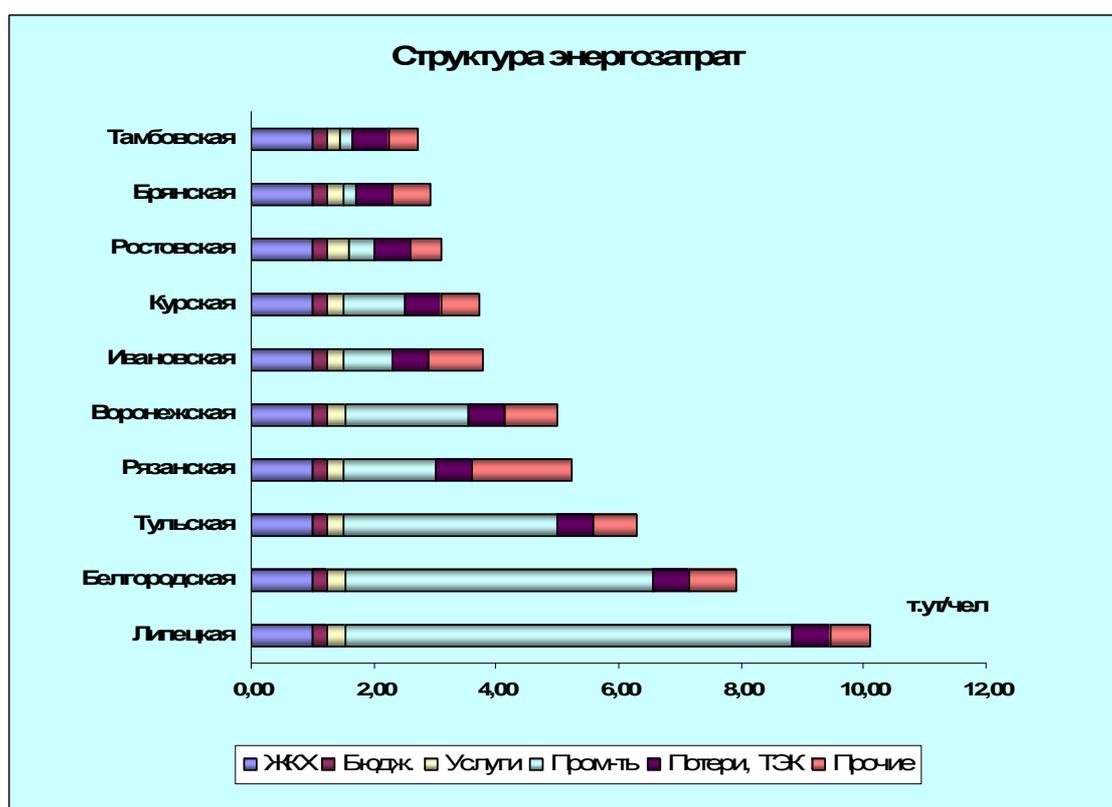


Рис. 7.4. Структура удельных энергозатрат областей ЦЧР

На рис. 7.4 обращают на себя внимание существенные отличия в структуре энергопотребления регионов: металлургический комплекс в Белгородской и Липецкой областях приводит к существенному превышению их энергопотребления по сравнению с Орловской, Брянской, Курской областями. Вместе с тем, именно Курская и Воронежская области в значительной степени являются «донорами» электро-

энергии для всего региона (в том числе и для энергоемкого электрометаллургического производства в Старом Осколе на Белгородчине).

Что дает энергоемкое производство Белгородской и Липецкой области? Существенную долю налогов в местные бюджеты, но тем не менее, суммарная энергоэкономическая эффективность регионального комплекса (т.е. энергоемкость ВРП) значительно хуже, чем у менее энергоемких соседей. Черная металлургия, даже передовая, как на Оскольском электрометаллургическом комбинате (ОЭМК), не дает существенных преимуществ в энергоэффективности (табл. 7.4), если только в регионе не налажены дальнейшие переделы производимых металлов в более дорогой ассортимент.

Несмотря на то, что на ОЭМК реализованы прогрессивные технологии прямого восстановления железа (и нет энергоемкого доменного и коксохимического производства), суммарная энергоемкость конечной продукции примерно одинакова: 1040-1070 кг у.т./т стали. Потенциал сэкономленной при прямом восстановлении железа энергии «съели» процессы нагрева в электроплавильных печах ОЭМК. Это как раз наглядный пример, когда виден гигантский перерасход энергии при электронагреве. Для подачи на электропечи комбината каждая единичной мощностью 85 МВт электроэнергии необходимо на ТЭЦ или ГРЭС затратить тепла в 2,5-3 раза больше. Для подачи такой электрической мощности протянуты соответствующие ЛЭП от Курской и Нововоронежской АЭС.

Вместе с тем оба этих производства обладают гигантскими резервами вторичных энергетических ресурсов, которые могут быть направлены как для промышленных, так и бытовых нужд региона. Проект теплоутилизационной ТЭЦ только одного прокатного стана 2500 Новолипецкого металлургического комбината (НЛМК) предполагал установку пяти турбин (3 ПТ-25-90 и 2 Р-6-90) суммарной электрической мощностью ~87 МВт и тепловой около 140 МДж/с.

К примеру, для условий того же Оскольского электрометаллургического комбината совокупные утилизационные агрегаты использования дисбалансов (разнопотенциальных ВЭР) на котельной ОЭМК, в прокатных цехах и цехе металлизации, в бестопливном режиме обеспечат дополнительную выработку электроэнергии до 50 МВт практически в течение года. Дисбалансы в теплоэнергетической системе ОЭМК представлены разнообразными агрегатами (табл. 7.6) – избыточное неиспользуемое давление пара в 40 ат., избыточное давление магистрального природного газа, избыточная температура уходящих газов печей металлизации, нагрева, гомогенизации (350-450 °С), уже существующие утилизационные агрегаты на отжиговых печах электросталеплавильного цеха ЭСПЦ. При установке утилизационной ТЭЦ (ТУЭС) на разнородных агрегатах сокращаются общие затраты на электрическое хозяйство.

Таблица 7.6. Источники дисбалансов в теплоэнергетической системе ОЭМК

Источники дисбалансов	Потенциал энергоносителя	Агрегат Утилизации дисбалансов	Мощность утилизации
ГРП ОЭМК	Избыточное давление природного газа	Детандер-генератор	15-19 МВт
Промкотельная ОЭМК	Перегретый пар с P= 40 ат.	Турбины с противодавлением	15-17 МВт
Печь металлизации ОЭМК	Уходящие газы с T~420 °С	Котлы-утилизаторы	4,5 МВт
Печи гомогенизации	Уходящие газы с T~420 °С	Котлы-утилизаторы	2,5 МВт
Электropечи ЭСПЦ	Уходящие газы с T~420 °С	Котлы-утилизаторы	3-5 МВт
Суммарно			~40-50 МВт

Мощность предполагаемой теплоутилизационной ТЭЦ Оскольского электрометаллургического комбината в Белгородской области (ОЭМК) только на отходящих газах печей, избыточном давлении пара промкотельной и ДГА выходила на 50-55 МВт. Собственно, такой механизм энерготехнологического комбинирования возвращает нас к преимуществам ЭПЦ и ТПК, рассмотренным в первых главах данной работы.

Что касается промышленных энергопотребителей, то, распределяясь по территории города (промузла), они образуют производственно-территориальные структуры, требующие обоснованных приемов совместной энерго-технологической организации в пределах единых производственных зон с целью рационального использования энерго- и теплоресурсов за счет централизованного теплоснабжения и кооперирования энергомощностей с учетом взаимной компенсации различий в уровнях (типах) энергопотребления. При этом параметры функционирования энергетической инфраструктуры промузла, как правило, оптимизируются относительно их собственных энергоэкономических критериев, но не относительно данного территориально-производственного образования, как некоторой энергетической целостности.

Учет такой энерготехнологической взаимозаменяемости способен дать существенную экономию (25-75 кг у.т./чел.), по городу в целом – до 50 т у.т./га (табл. 7.7). Объединение по крайней мере областей Черноземья¹⁴⁶ в единый энергопромышленный комплекс дает существенные преимущества сбалансированного регионального развития (даже не поднимая пока проблему тарифов экономического развития на электроэнергию от НВАЭС и КАЭС).

Удельное потребление энергоресурсов в этом случае становится чуть больше среднероссийского (~6,5 т у.т./чел), регион становится

¹⁴⁶ Белгородская, Воронежская, Курская, Липецкая, Орловская и Тамбовская области.

сбалансированным по электроэнергии, динамично развивающаяся Белгородская область решает проблему энергобезопасности. Объединенный регион с численностью населения около 7 млн чел. и суммарной площадью территории около 200 тыс. км² получает возможность эффективного развития на собственных ресурсах.

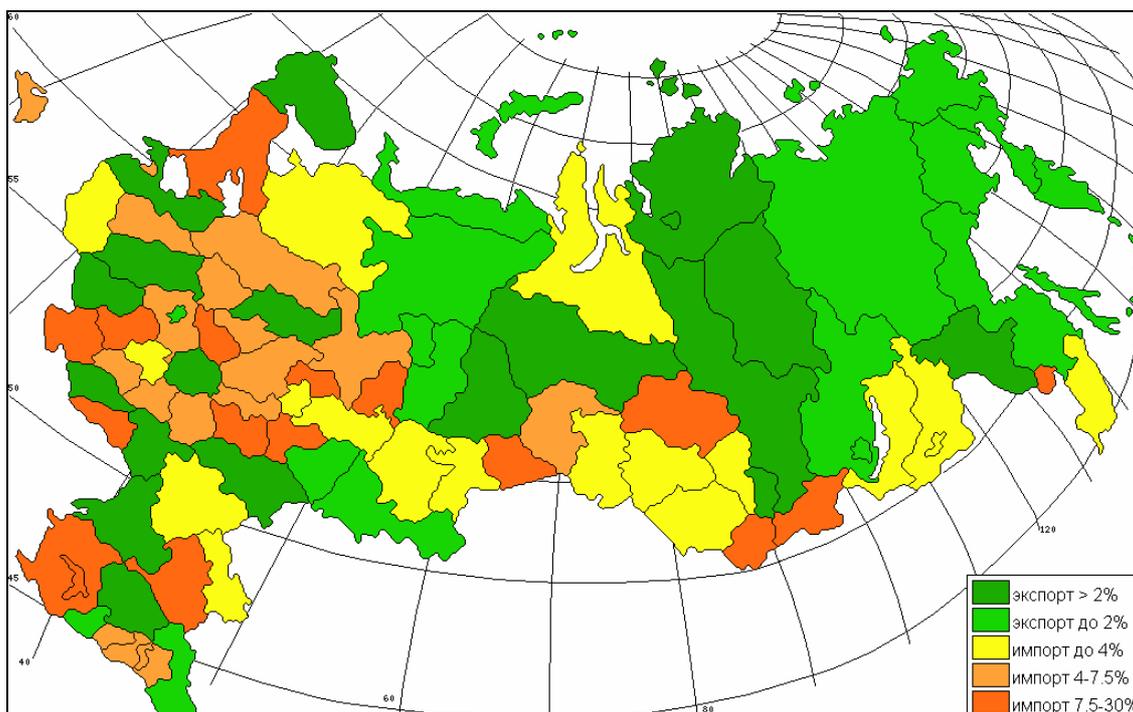
Здесь необходимо упомянуть и современных технологиях более полного использования сбросного тепла крупных АЭС: теплоснабжении прилегающих поселков (Новоронежа и Курчатова), создании энергобиологических комплексов на прудах охладителей, активном применении теплонасосных установок и др.

Таблица 7.7. Энергетическая эффективность мероприятий застройки городов¹⁴⁷

Мероприятия	Экономия ТЭР, %	
	Малые и средние города	Крупные города
Регулирование масштабов развития города и его народнохозяйственной структуры	7-10	12-15
Повышение компактности города, зонирование	10-15	30-35
Планировка производственных и жилых зон в сочетании с прогрессивными энерго-технологическими моделями	10-15	20-25
Совершенствование структуры застройки по критерию энергоэффективности	40-45	7-10
Схемное совершенство инженерных и транспортных инфраструктур	7-10	15-20
Потребительские стандарты, контроль расхода потребления ТЭР	5-7	7-10

¹⁴⁷ Бочаров Ю.П. Производство и пространственная организация городов. – М., 1987.

Напомним, что «бизнес» всего на 1 т у.т., которую потребляет население для бытовых нужд (рис. 7.4), был подробно рассмотрен в прошлой главе. Анализ показал, что эффективность ресурсоснабжающих организаций в значительной степени определялась численностью населения. Соответственно, необходимо полностью использовать весь потенциал «промышленных 3-4 т у.т.» для нужд всего региона, что даст значительный синергетический эффект по всей энерготехнологической цепочке.



**Рис. 7.5. Межрегиональные переатоки электроэнергии¹⁴⁸
(импорт-экспорт в % к потреблению топлива и энергии внутри региона)**

Каковы могут быть предпосылки успешного регионального развития с точки зрения укрупнения регионов с целью повышения их энергетической эффективности? На рис. 7.5 хорошо видно, что регионы – доноры электроэнергии равномерно распределены по территории страны и могут являться центрами регионального развития. Понятно,

¹⁴⁸ Методика оценки экологической и энергетической эффективности экономики России // А. Мар- тынов, В. Артюхов. – М.: Интерфакс, 2010 г.

что это не случайность, анализ приоритетов развития ТЭК страны был выполнен в первых главах работы.

Экономико-энергетическая самостоятельность многих регионов – субъектов Федерации крайне затруднительна. Самостоятельное развитие с точки зрения региональной целостности могут осуществлять либо очень населенные регионы (Краснодарский край, Московская область), либо имеющие значительные резервы территории (и природных ресурсов). Диаграмма на рис. 7.6 дает нам общую картину распределения регионов по размеру и численности населения.

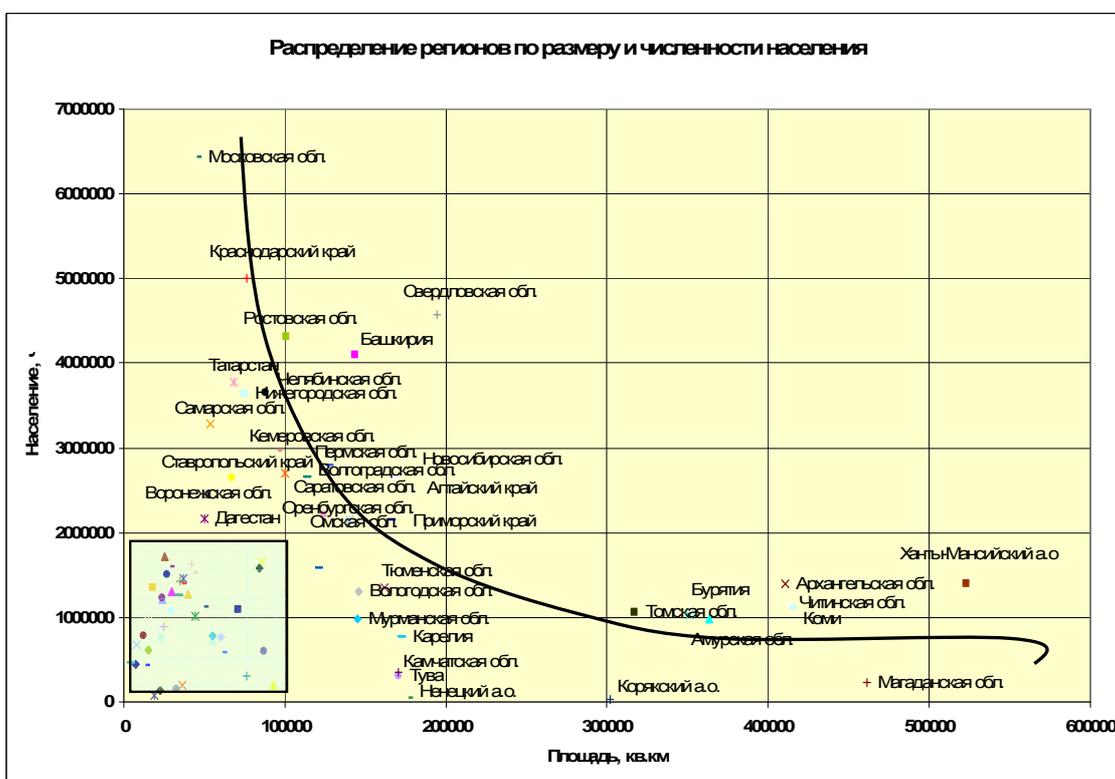


Рис. 7.6.

Около 25-30 небольших по размеру регионов, располагающихся в левом нижнем углу диаграммы на рис. 7.6 (на рис. 7.7 эта часть диаграммы показана более подробно) неизбежно должны объединяться с целью обеспечения устойчивого развития.

7.3. «Дорожная карта» и алгоритмы формирования комплексных программ повышения энергоэффективности региональных энерготехнологических систем

Реализация выбранных сценариев на разных стадиях жизненного цикла требует создания системы мониторинга и адекватного управления. В этом контексте можно воспользоваться термином «дорожная карта» – это специальная концептуальная модель деятельности субъектов системы управления всех иерархических уровней в сфере энергосбережения и повышения энергетической эффективности региональных энерготехнологических систем, показывающая оптимальный путь к достижению цели и средства наращивания эффективности деятельности. Карта облегчает ориентировку в целях, составляющих элементах и факторах повышения эффективности.

Дорожная карта представлена в форме визуализированного алгоритма, отображающего важнейшие шаги и ожидаемые результаты этих шагов в «узлах». «Узел» карты – это этап развития и одновременно пункт принятия управленческих решений, а отрезки между «узлами» – эти причинно-следственные связи между ними. Также на этой схеме могут быть отображены необходимые инвестиции, принятие нормативно-регулирующих документов, возможные риски и отдача.

Дорожная карта может состоять из нескольких блоков:

- целей и задач, достижение которых в настоящее время ограничивается в силу различных факторов (в терминах карты – конечные и промежуточные пункты назначения);
- набора мероприятий по секторам и направлениям деятельности, необходимых для успешного решения стоящих задач (в терминах карты – оптимальные маршруты к пунктам назначения и способы их преодоления);

– технологий формирования стимулирующих факторов и условий (в терминах карты – средства выбора и преодоления оптимальных маршрутов).

Данные блоки однозначно взаимосвязаны и составляют основу деятельности в сфере энергосбережения и повышения энергоэффективности в регионе. В терминах научного прогнозирования, «дорожная карта» представляет собой прогноз нормативного типа, отвечающий на вопрос: «что необходимо сделать, чтобы реализовать переход к заданному состоянию системы?». В отличие от поисковых прогнозов («что будет, если реализовать тот или иной комплекс мер?»), нормативный прогноз такого типа является более серьезной основой для реального изменения ситуации и продвижения по пути повышения энергоэффективности.

Общие направления и этапы реализации, отраженные выше (табл. 7.2-7.3), являются опорными точками при формировании сценариев (маршрутов), обеспечивающих достижение поставленных целей и задач на разных стадиях жизненного цикла системы (40%-е снижение энергоемкости ВРП, снижение потребления в бюджетной сфере, повышение энергобезопасности региона и др.).

В качестве примера приведем графический прогноз потребления топлива (природного газа) в Москве, демонстрирующий возможности разных стратегий (сценариев) проведения энергосберегающих мероприятий (рис. 7.8). Снижение потребления топлива определено в результате проведения комплекса мер (перераспределения тепловой нагрузки от котельных к ТЭЦ, модернизации паросиловых энергоблоков с применением ГТУ и ПГУ, сокращение потерь в тепловых и электрических сетях, энергосбережении в конечном потреблении). Из рисунка наглядно виден вклад каждой стратегии в общую динамику энергопотребления, учтены возможности и потенциал пропаганды энергоэффективного поведения потребителей.

Кроме того, график на рис. 7.8 четко показывает, что только совместное применение всех указанных сценариев позволяет достичь совокупного снижения энергопотребления, отвечающего целевым параметрам по снижению энергоемкости ВРП г. Москвы на 40% к 2020 г. Ряд мероприятий, заложенных таким образом в целевую программу энергосбережения г. Москвы на 2009-2013 гг. и на перспективу до 2020 г. дали соответствующие результаты.

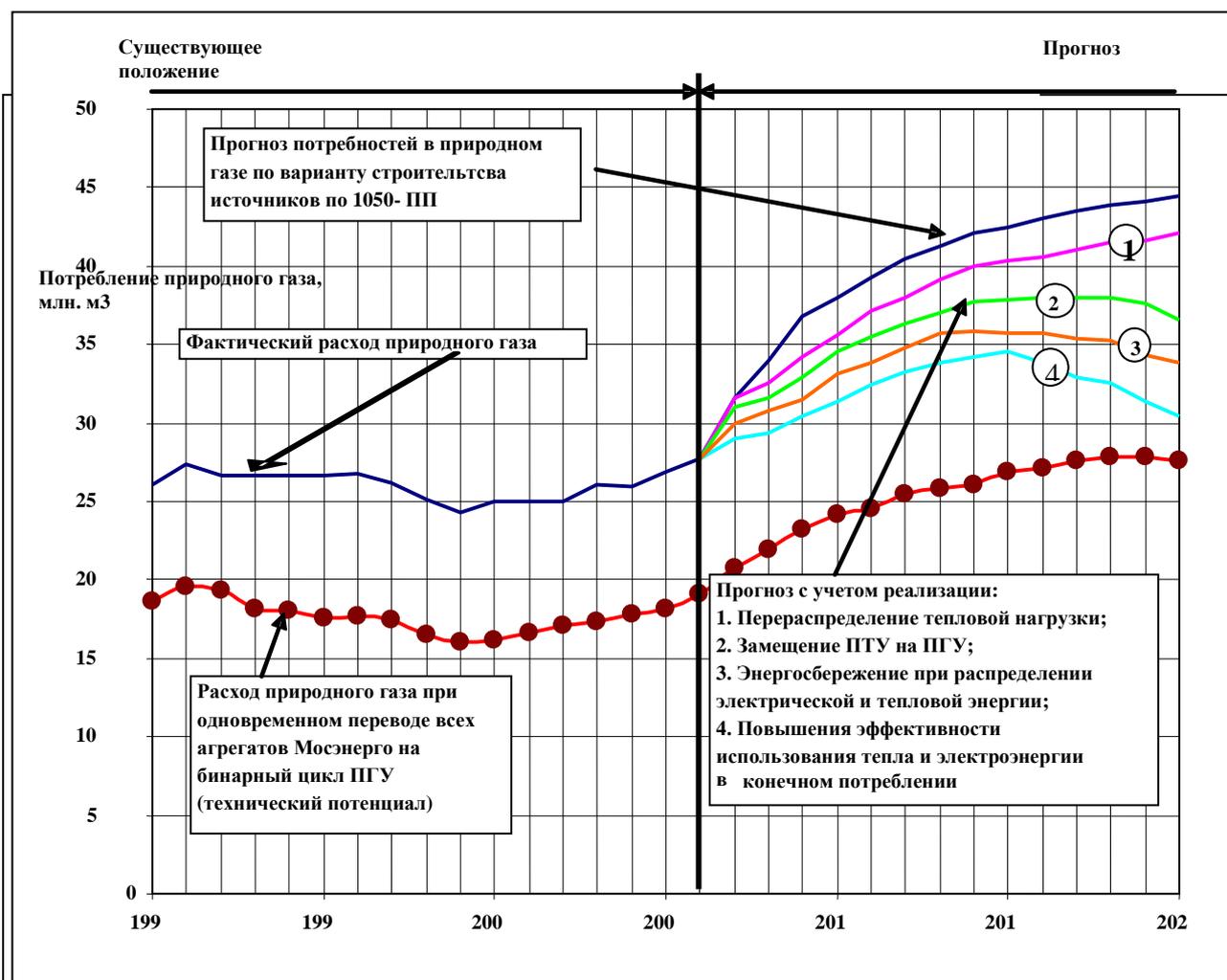


Рис. 7.8. Нормативный прогноз потребления топлива (природного газа) в Москве в результате проведения комплекса мер по энергосбережению¹⁴⁹

¹⁴⁹ Папушкин В.Н., Гашо Е.Г. Роль энергосбережения при выборе рациональной схемы теплоснабжения мегаполисов // Теплоэнергетика. 2009. № 12.

В настоящее время программа корректируется с учетом изменения объемов финансирования после кризиса 2008-2009 гг. и с целью построения эффективной системы управления энергосбережением.

После общего выстраивания сценария определяется «цена» его реализации и необходимые организационно-ресурсные (инвестиционно-финансовые) механизмы. В табл. 7.8 приведены различные формы и механизмы реализации заданных мероприятий в различных секторах региональных энерготехнологических систем, используемые в конкретных региональных программах и стратегиях повышения энергоэффективности.

Таблица 7.8. Инвестформы и механизмы реализации энергосберегающих проектов и программ

Сегменты РЭС	Инвестформы	Механизмы
Источники общего пользования	Дополнительная эмиссия акций генерирующих компаний, инвест. средства тарифа, ускоренная амортизация	Частно-государственное партнерство
Удаленные территории, ВИЭ	Бюджетная поддержка, налоговые льготы, государственные обязательства по кредитам, гранты на НИОКР	Государств. корпорации, частно-государственное партнерство
Электрические и тепловые сети	Инвестиционная составляющая тарифа, собственные средства, банковские займы	Частно-государственное партнерство
Промышленный комплекс	Собственные средства, инвестиционные кредиты	Энергосервисные компании
Бюджетная сфера потребления	Соотношение бюджетного финансирования и энергосервисных контрактов	Энергосервисные компании
Многоквартирные дома	Бюджетные средства (капитальный ремонт), средства потребителей, энергосервисные контракты	Энергосервисные компании

Оптимальное соотношение между бюджетными и инвестиционными средствами на реализацию проектов и программ энергосбережения в разных программах колеблется от (1:3) до (1:5), при этом меньшая часть относится к бюджетному наполнению программ, большая часть – к инвестиционным средствам различных инвестформ и механизмов. В частности, в программе энергосбережения Москвы на 2009-2011 гг. и на перспективу до 2020 г. Около 20 млрд руб. оставляли средства городского бюджета, а около 100 млрд руб. – инвестиции. Причем, подавляющая доля инвестиционных средств вкладывалась в модернизацию источников – ТЭЦ «Мосэнерго», бюджетные средства направлялись в основном в сферу потребления (в том числе на проведение капитального ремонта жилищного фонда города).

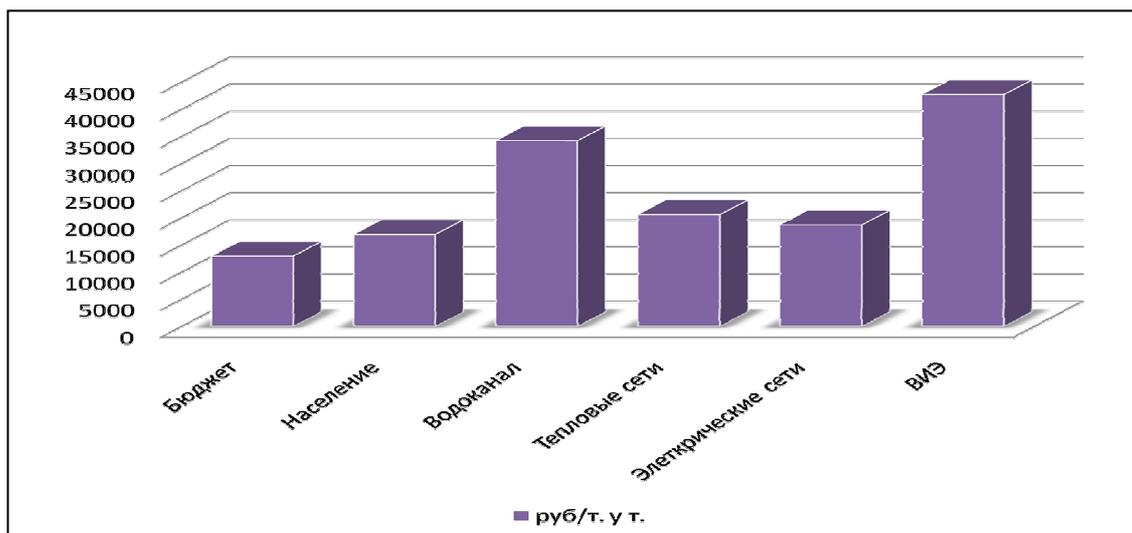


Рис. 7.9. Удельные затраты на экономию 1 т у.т. в секторах экономики Краснодарского края

Безусловно, эффективность вложений в проекты повышения энергоэффективности отличается как для разных регионов, так и для различных секторов региональной экономики. На рис. 7.9-7.10 показаны удельные затраты на экономию единицы топлива в условном исчислении для разных секторов энерготехнологического комплекса Краснодарского края.

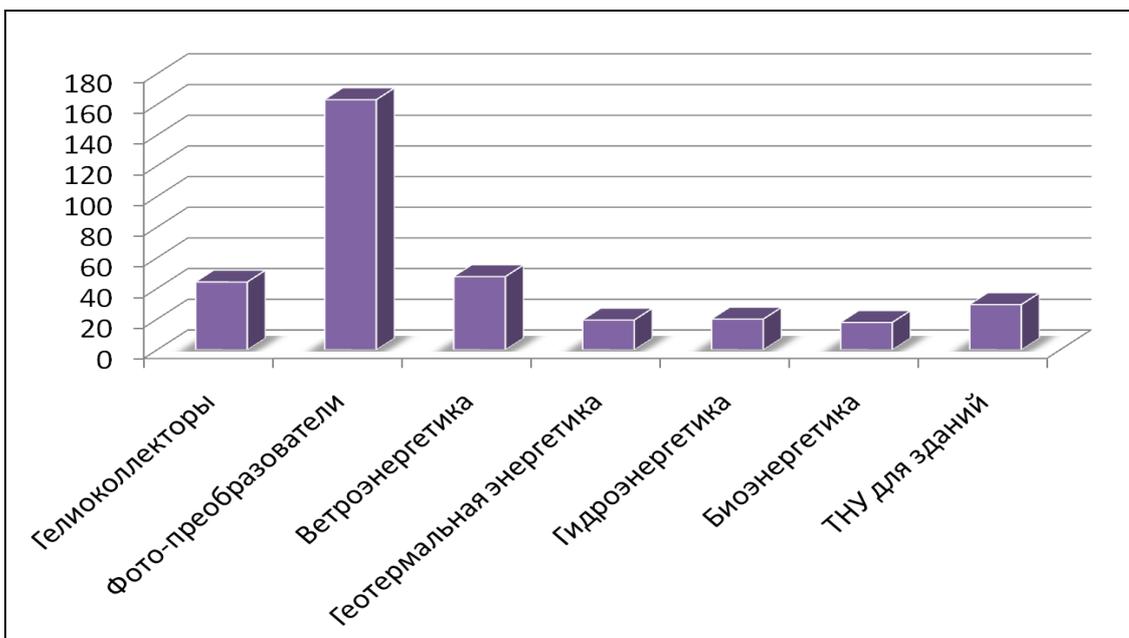


Рис. 7.10. Удельные вложения средств на экономию 1 т у.т. в различных направлениях использования ВИЭ в Краснодарском крае

Оценки (рис. 7.9-7.10) сделаны на основе разработанной в 2010 г. краевой целевой программы энергосбережения на 2011-2020 гг. Помимо частных решений и мероприятий, существенный эффект дают инфраструктурные меры, или макро-сценарии (рис. 7.11), объединенные с обычными частными мерами в секторах энерготехнологических систем (табл. 7.9).

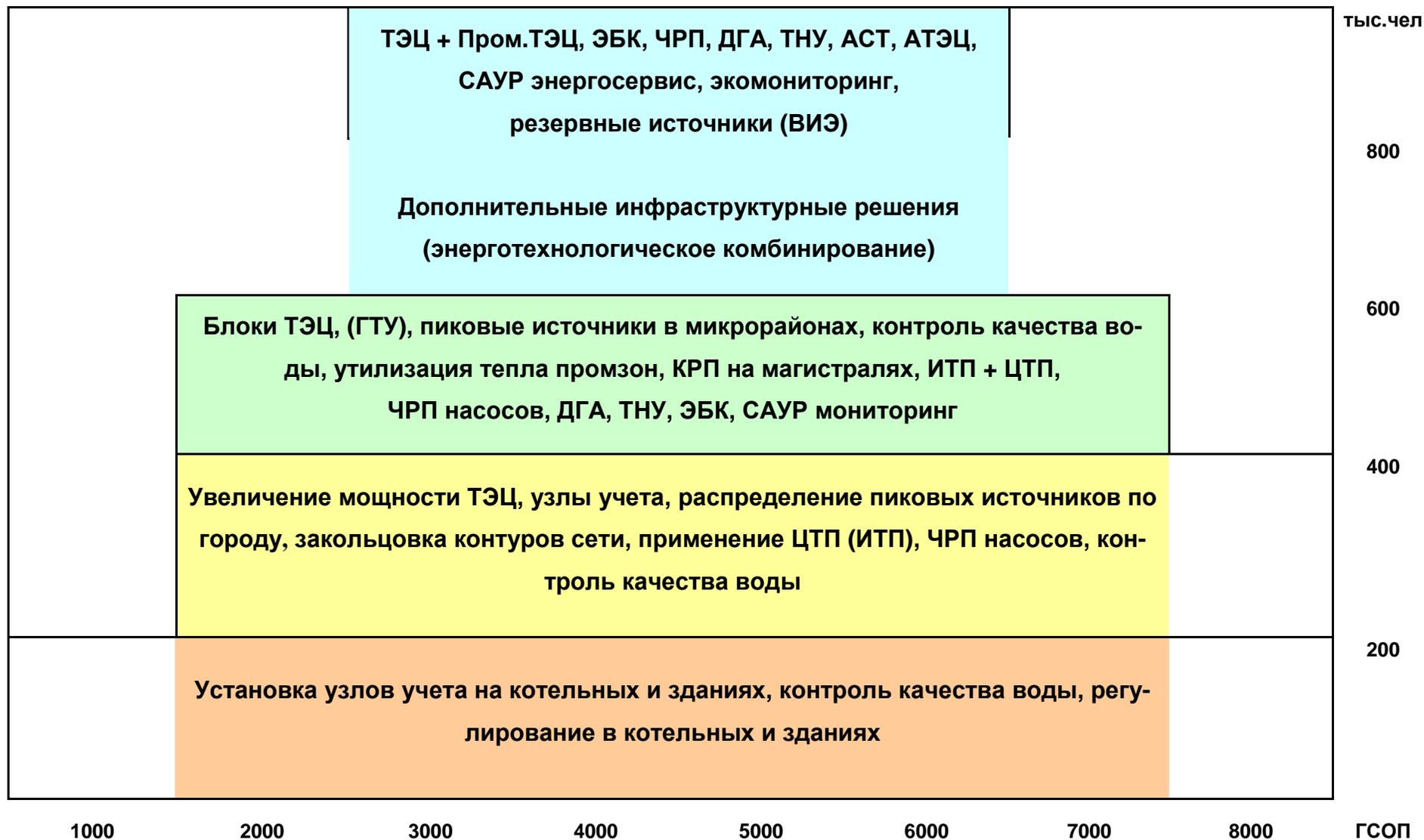


Рис. 7.11. Частные и инфраструктурные мероприятия энергосбережения в городах разного размера и климата

**Таблица 7.9. Приоритеты мер повышения энергоэффективности
в территориальных кластерах региона**

Описание объектов кластера	Дополнительные типологические признаки кластеров			
	Освоенные территории	Удаленные территории	Приморские (курортные) зоны	Депрессивные зоны
Крупные города, основные центры развития	Инфраструктурные решения (схемы тепло-, электро-, газоснабжения)	-	Встраивание возобновляемых источников в инфраструктуру обеспечения рекреационных потребностей	-
Населенные пункты с численностью населения более 20 тыс. человек (кроме крупных городов первого кластера)	Модернизация коммунальных инфраструктур (тепло-, водо-, газо-, электро-снабжения). Пилотные проекты использования ВИЭ	Использование местных ресурсов, ВИЭ, для энергообеспечения	Использование местных ресурсов, ВИЭ, для энергообеспечения, рекреационных потребностей	Развитие производств на современных энергоэффективных технологиях
Населенные пункты с численностью населения до 20 тыс. человек	Модернизация систем водоснабжения, учет энергоресурсов	Применение современных устройств жизнеобеспечения	Использование местных ресурсов, ВИЭ, для энергообеспечения, рекреационных потребностей	-



Рис. 7.12. Схема разработки и управления реализацией программы энергосбережения

Если табл. 7.9 и рис. 7.11 иллюстрируют увязку мероприятий с размером городов и другими важнейшими типологическими характеристиками и параметрами, то рис. 7.12 показывает общий процесс разработки и поэтапной реализации программ (стратегий) энергосбережения и повышения энергетической эффективности.

Энергосбережение региона это не только большое количество технических мероприятий, направленных на модернизацию существующих объектов, но и огромное множество экономических и организационных мероприятий, которые должны быть увязаны между собой и соответствовать тем условиям, в которых происходит их реализация. На своевременное выявление изменений в условиях реализации энергосбережения (или иных программ повышения энергоэффективности) и должен быть направлен их мониторинг. С помощью системы мониторинга осуществляется анализ эффективности принятых мер, и при необходимости их коррекция в ходе управления процессом осуществления программных мероприятий.

Практическая и успешная реализация запланированного комплекса мер возможна только при условии создания взаимоувязанной многоуровневой системы: муниципальное образование – регион – Федерация. В этой связи особенно остро стоит вопрос о необходимости создания эффективной системы управления процессами энергосбережения на региональном уровне и уровне поселений, современного информационного инструментария анализа, прогнозирования и поддержки принятия решений в междисциплинарной и многоуровневой сфере энергоэффективности.

Принципы и этапы построения такой системы и ее апробация в ряде территориальных образований приведены в следующем параграфе.

7.4. Развитие информационных возможностей и функции комплекса поддержки принятия решений в энерготехнологической системе региона

Поскольку комплексные оптимизационные решения городского или регионального масштаба практически невозможно спроектировать заранее, существенно возрастает роль распределенных систем мониторинга, учета энергопотребления и, в дальнейшем, центров ситуационного управления комплексом жизнеобеспечения территории. Невозможность строгой оптимизации распределенных территориальных систем жизнеобеспечения городов заставляет нас обратиться к построению адекватных систем мониторинга функционирования и анализа эффективности (безопасности) всего энергетического хозяйства мегаполиса.

Анализ ситуации с фактическим электро- и теплопотреблением свидетельствует о существенных ошибках в последних прогнозах, которые не опирались на комплексную диагностику, а основывались на анализе трендов, статистических данных или топливно-энергетических балансах (сведенных на основе существующей статистики). В частности, опыт разработки недавних программ энерго- и ресурсосбережения ряда крупных городов и регионов страны показывает насущную необходимость уточнения статистики данными о фактическом потреблении объектов разной принадлежности и разного уровня генерализации (здание, микрорайон, район, округ) и по бюджетным потребителям соответственно.

Чем больше масштаб распределенности систем, тем более важны системные инструменты оценки наряду с достоверностью исходных данных. Кроме того, при росте распределенности и числа взаимодействий растет цена ошибки при использовании общесбалансовых моделей, которые не всегда могут решать задачи оптимизации тран-

сакций даже на качественном региональном или муниципальном уровне. Масштаб сложности и отражаемых взаимоувязанных предметных областей требует инструментария, способного отразить уровень сложности.

Построение современных информационно-аналитических моделей распределенных систем и комплексов требует применения прогрессивных информационных инструментов, опирающихся на новые технологии анализа многомерных массивов данных, визуализации получаемых результатов, адекватные методы предъявления оценочной информации (табл. 7.10).

Таблица 7.10. Инструментарий реализации задач системного анализа в ИАС

Цели и задачи ИАС	Инструментарий реализации
Наглядное представление массива элементов системы, исходных данных в табличном или графическом форматах	Разработка интерфейса системы в виде «дерева» объектов нужной иерархии с необходимыми связями и взаимодействиями
Отображение связей и элементов в структуре распределенной системы, по всему комплексу статических и динамических параметров объектов	Комплекс таблиц наборов объектов, их статических и динамических свойств, с необходимыми отображающими связями
Пространственные графические отображения всей системы или ее блоков	Применение картографических методов анализа, геоинформационных систем
Возможность универсального анализа многомерных массивов данных	Построение многомерных матриц, гиперкубов с OLAP, OLTP приложениями
Использование методов адекватной визуализации результатов анализа	Применение средств когнитивной графики на основе отработанных методик предъявления оценочной информации

Выше уже отмечалось, что системный, структурно-морфологический анализ пространственных систем в своей основе требует значительного внимания проблеме взаимодействия различных атрибутов человеческой деятельности с результатами от нее. Человеческое поведение способствует организации общества, осознанно воплощаясь в действительность путем осуществления контроля за результатами мероприятий по рациональному регулированию (и увязке) пространственно взаимосвязующих форм и процессов.

Изучение реальных пространственных структур и порождаемых ими процессов связано в первую очередь с изучением структурных особенностей пространства, в котором они функционируют и развиваются. Пространственная (многомерная) статистика использует весь арсенал терминов и понятий традиционной математической статистики применительно к пространственным (территориальным) многомерным географическим объектам и явлениям.

При этом сбор, обработка и анализ значительного по объему разнокачественного и пространственно ориентированного статистического материала требует адекватных методических подходов и современных систем хранения пространственных баз данных (СУПБД).

Совокупное применение вышеуказанных средств и методик значительно упрощает задачу анализа, так как существенно сокращает необходимость рутинной работы программистов, и дает возможность визуального представления модели системы, реализованного в данном типе интерфейса ИАС. Далее на уровне низовых элементов реализуются балансовые модели, опирающиеся на заложенные статические или динамические характеристики объектов, позволяющие прогнозировать потребление ресурсов группами объектов, выявлять возможные дисбалансы.

В качестве уровней системы необходимо выделить следующие:

- уровень первичных датчиков (приборов учета) на объектах потребителей (здания, бюджетная сфера);
- уровень сбора и обработки первичной информации для мониторинга (анализа) сводных показателей по группам потребителей (районам, бюджетной сфере и др.), муниципальным образованиям;
- уровень анализа и принятия решений в рамках управления территориальными (отраслевыми) кластерами.

Разделение системы на подсистемы может производиться, в том числе в соответствии с этими иерархиями (территория, поставки, оплата и др.), при этом возникающие при разделении дисбалансы ресурсов транслируются вверх, на более высокий уровень иерархии (табл. 7.11, 7.12).

Подчеркнем, что информационная система создается поэтапно, «снизу вверх», от первичных исходных данных к визуальным инструментам их анализа, и далее – к системе оценке последствия возможных принимаемых решений.

В отличие от существующих динамических и квазидинамических моделей принципиально важно обеспечить три важных момента:

- «привязку» объектов к конкретной территории;
- отразить взаимодействия между элементами системы;
- создать адекватный интерфейс, для облегчения понимания специфики моделирования систем.

Масштабная работа в рамках комплексного проекта территориального энергосбережения позволила создать уникальный инструмент системного анализа и прогноза динамики энергопотребления и энергоэффективности коммунального хозяйства, который в свою очередь, абсолютно необходим для дальнейших работ в рамках комплексной территориальной целевой программы энергоресурсосбережения. Именно насущные проблемы получения адекватных агрегатных данных по энергопотреблению коммунального комплекса терри-

тории и предопределили необходимую конфигурацию информационно-аналитической базы данных, на первом этапе развития.

Таблица 7.11. Иерархическая схема применяемых в информационных инструментах показателей анализа и прогнозирования

Уровень информационных потоков	Показатели на входе	Выходные показатели для анализа
Низовой уровень учета, оперативное управление, мониторинг, диспетчеризация	Архивные данные счетчиков и приборов учета	<ul style="list-style-type: none"> • Общие характеристики расходов, температуры, давления • Сводное потребление ТЭР по объектам
Аналитический уровень, тактическое управление (энергосервис, ДЕЗ районов)	Данные системы автоматизированного учета ресурсов САУР Реестры тепло-снабжающих организаций Данные ЕИРЦ	<ul style="list-style-type: none"> • Общее и удельное потребление (на чел., м³ зданий, м² жилплощади) энергоресурсов, динамика расходов • Платежи населения и их динамика • Бюджетные дотации (возможная экономия) • Статистические показатели
Уровень принятия стратегических решений (территория/район)	Сводные и аналитические данные аналитической базы и хранилищ данных	<ul style="list-style-type: none"> • Сводные расходы ресурсов территории • Финансовая обеспеченность поставок ТЭР • Статистические показатели, аварийность

На первом этапе результаты обработки данных первичных приборов учета тепловой энергии вносились в стандартные базы данных MS Office (Access) в соответствии с привязкой к адресам объектов (зданий) в дереве объектов.

Табл. 7.12. Уровни информационно-мониторинговой системы территориального коммунального комплекса

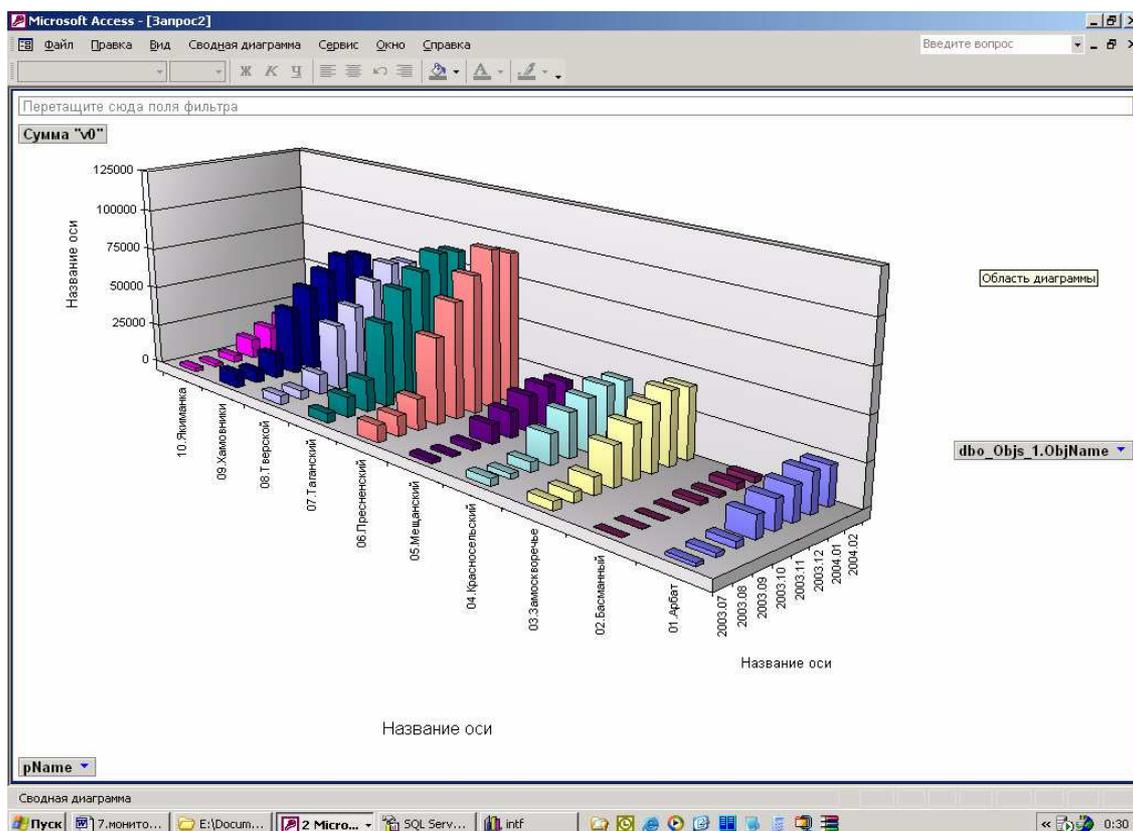
Информация	Источники	Обработка	Потребитель	Фреймы¹⁵⁰ представления	Уровни использования
Потребление ресурсов районами и территорией в целом,	Аналитическая база данных, данные ЕИРЦ	OLAP ¹⁵¹ инструментов и дополнительные пакеты	Аналитическая система поддержки принятия решений	«Критические звенья» в коммунальном комплексе	Стратегические решения
Расходы теплоносителя на отопление, горячее и холодное водоснабжение, вентиляцию, оплата ресурсов	Первичная база данных + реестры теплоснабжающих организаций + данные ЕИРЦ	OLAP приложения в информационной системе	Аналитическая база и универсальные хранилища данных	Справки, графики, отчеты, презентации	Анализ эффективности энергоиспользования, расходы бюджетных средств
Параметры теплоносителя (расход, давление, температура)	Первичные данные с приборов учета	Перерасчет пропущенных данных	Первичная база данных приборов, САУР	Графики расходов энергоресурсов	Оперативный анализ данных, справки
Оплата ресурсов населением, бюджетные дотации	Ведомости оплаты потребителями (данные ЕИРЦ)	OLAP приложения	Базы данных оплаты ресурсов	Возможные решения повышения собираемости	Анализ платежной дисциплины, приемлемости тарифов

¹⁵⁰ В качестве фреймов здесь используется тип символов и образов подачи необходимой информации

¹⁵¹ OLAP – (On-Line Analytical Processing), технология многомерного анализа данных.

В реализованной версии ИАС резко сокращены объемы и сложность дополнительного программирования, упрощены экранные формы, создан максимально удобный для восприятия и работы интерфейс. Основное дерево иерархии объектов дополнено отчетами, справочниками, словарями, с возможностями встроенного просмотра требуемых материалов через гиперссылки.

Для обработки пространственной информации необходимы сложные конструкции (методики) и подходы, позволяющие уменьшать глубокое смысловое расхождение между точкой зрения пользователя и пространственными данными и реализацией БД. В этом смысле удачная конструкция интерфейса ИАС является средством уменьшения когнитивного диссонанса при восприятии распределенных объектов и систем.



**Рис. 7. 13. Распределение теплотребления по районам ЦАО
(в отопительном сезоне 2003-2004 гг.)**

Для получения наглядной картины в рамках территории иерархическое дерево объектов создавалось посредством сведения его ветвей от конечных потребителей (зданий) к ЦТП и далее к районам округа. На рис. 7.13-7.14 представлены разные типы наглядной динамики потребления ресурсов по набору районов округа за отопительный сезон 2003-2004 гг., и по одному району в разрезе нескольких отопительных сезонов. Кроме таких иерархий, возможен сбор ветвей в рамках поставки тепла по тепловым магистралям на источники (ТЭЦ, котельные), другие варианты системного представления распределенного энергохозяйства территории.

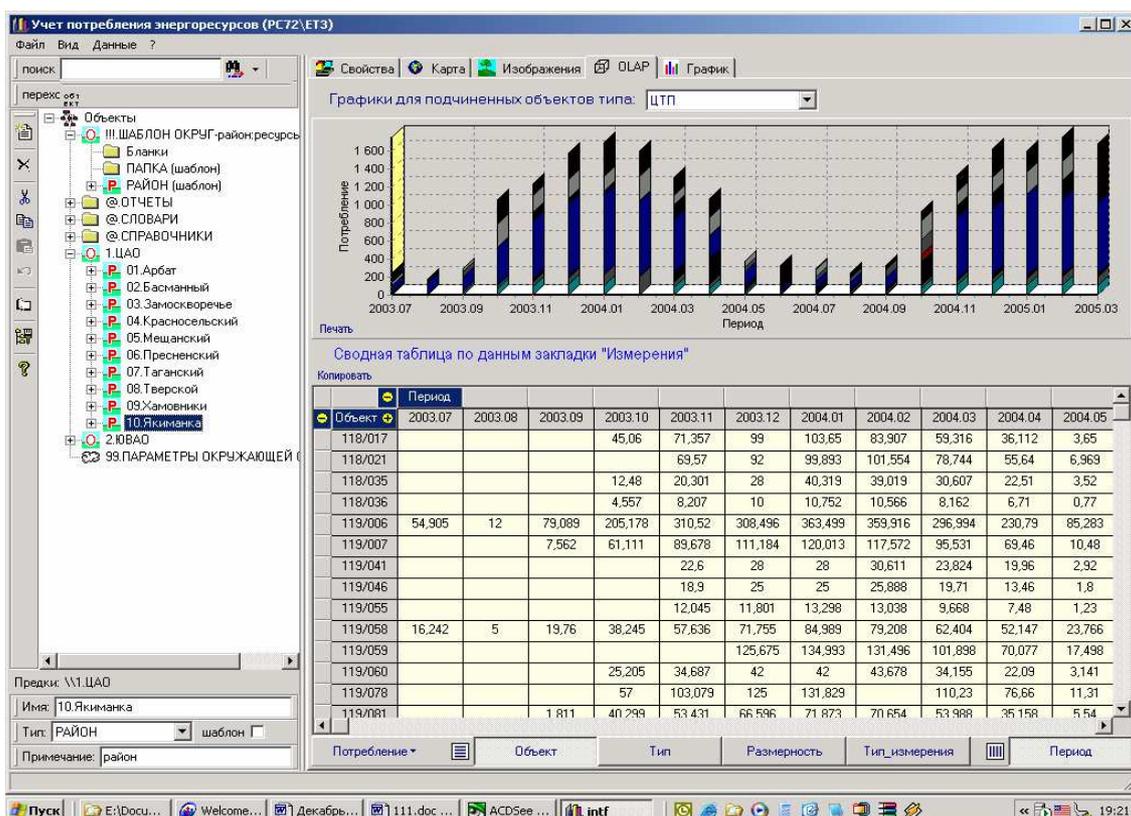


Рис. 7.14. Пример сводного потребления ресурсов по району Хамовники

Помимо общих графиков потребления тепла по занесенным в базы показаниям приборов учета, встроенные аналитические приложения позволяют получить развернутые показатели анализа для определения эффективности потребления ТЭР, сбалансированности пото-

ков ресурсов, их финансового обеспечения. Совокупность аналитических и статистических показателей дает нам возможность оценить и возможные эффекты самоорганизации в системе, сбалансированность структуры и состава элементов системы, увидеть «узкие» места и проблемные зоны.

Рис. 7.14 иллюстрирует пример сводного потребления ресурсов (отопление, холодная и горячая вода) уже в целом по району с помощью специальной вкладки с OLAP⁸⁵ приложением.

7.5. Выводы

В последней, седьмой главе комплекс мер иллюстрируется конкретными программами энергосбережения ряда крупных городов и регионов страны, анализируются проблемы, возникающие на пути реализации таких междисциплинарных проектов и программ. Разнообразие ключевых показателей энергопотребления и энергоемкости региональных комплексов предопределяет неизбежность наличия разных стратегий (программ) повышения энергоэффективности, интегрированных с проектами повышения энерговооруженности региона (как минимум, три-четыре типологических группы-кластера).

При этом вектор этих стратегий (программ) вбирает в себя набор шагов и комплекса мер (сценариев), отбор которых осуществляется посредством гармонизации (условий сопряжения) между секторами и мерами разного плана. «Дорожная карта» – это наглядное представление этого вектора и сопутствующих сценариев с точки зрения достижения целевых показателей и результатов.

На данном этапе развития ситуации во многих регионах комплекс институциональных мер предшествует необходимым схемным

⁸⁵ OLAP – (On-Line Analytical Processing), технология многомерного анализа данных.

и технологическим решениям, подкрепляемым системным мониторингом и развитием современных информационно-аналитических инструментов для понимания ситуации и принятия решений в рамках реализации политики энергосбережения региона.

Соответственно, информационный инструментарий проходит этапы фрагментарного сбора информации с первичных датчиков и приборов учета энергоресурсов к комплексным системам автоматизированного учета и мониторинга, применению универсальных хранилищ данных, апробации многомерных аналитических моделей (OLAP) и представлению информации для принятия соответствующих управленческих решений.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В работе рассмотрена общая проблематика становления и развития региональных энерготехнологических систем как взаимообусловленной технологической и территориальной целостности. Системы жизнеобеспечения населенных пунктов формируются вместе с жилым фондом в определенных пропорциях, что характеризует процессы территориальной самоорганизации. Интенсивный промышленный рост, развитие городов, систем теплоэнергоснабжения замедлились, начиная со второй половины 1970-х гг., при этом динамика инвестиций в развитие сетей показывает их существенное отставание от вложений в источники теплоэнергоснабжения.

Тесная взаимосвязь промышленной и коммунальной теплофикации определяет их совместную ведущую роль при развитии и освоении регионов с учетом особенностей преобладающих энергетических нагрузок и структурного роста РЭС. Поскольку именно рост промышленности был важнейшим фактором урбанизации в СССР, то именно промышленные ТЭЦ и системы энергоснабжения являлись неотъемлемой составляющей систем жизнеобеспечения промузлов и городов, а промышленная теплофикация была базовым источником экономии ТЭР в агломерациях, стержнем инфраструктурного развития городов страны.

Динамика общего и пространственного развития городских поселений тесно увязана с схемно-технологическими параметрами соответствующих энерготехнологических систем. Асимметрия размещения городов и агломераций по территории страны обусловлена особенностями эволюции городских поселений в различных условиях сопротивления среды. После определенной величины дефицита тепла (~4000-4500 градусо-суток отопительного периода) отчетливо наблюдается тенденция концентрации (централизации) расселения. Динамика плотности населения и концентрация его в городах связана с раз-

ными моделями расселения, и, соответственно, разными типами энергообеспечения концентрированных и распределенных типов поселений.

Комплексный анализ изменения расчетных условий эксплуатации региональных энерготехнологических систем показал, что различные недостатки качественного развития приводили к существенному снижению расчетной эффективности РЭС. Интенсивный количественный рост систем теплоэнергоснабжения не всегда сопровождался качественными инфраструктурными изменениями, а их распределённость приводила к росту дисбалансов, обусловленных в том числе разнокачественностью потребителей. Ситуация осложняется еще и их взаимовлиянием друг на друга, на распределительную сеть и на источник, которое всякий раз складывается из учета большого числа различных территориальных факторов, особенностей схемных решений и поведения населения.

Совокупность технологических и социально-экономических факторов (резкое падение промышленной нагрузки, сокращение территории и населения страны) в начале 1990-х гг. привела к радикальному изменению ситуации, переходу РЭС в неэффективные режимы работы, существенному росту аварийности, техногенных рисков. Системы теплоснабжения городов и страны в целом находятся в крайне нерасчетных режимах эксплуатации, что привело к полной потере заложенных в них инфраструктурных преимуществ и попаданию в устойчивую институциональную ловушку неэффективности.

Анализ системно-институциональных проблем, возникающих на стыке социальных и технических сегментов РЭС, позволил выявить устойчивые институциональные ловушки неэффективности. При этом созданная правовая несбалансированность дополнительно «цементирует» ситуацию, не дает возможности определить и выстроить комплекс мер повышения их эффективности. Соответственно, выход из

этого состояния невозможен за счет частных организационных, технических и экономических мер, необходима их совокупность, особым образом скоординированная. Пример реализации комплексного территориального подхода убедительно продемонстрировал возможность поэтапной реализации выявленных резервов.

Методология повышения эффективности энерготехнологических систем апробирована путем выявления технологических, финансовых резервов повышения эффективности на примере совместного анализа ресурсных и финансовых циклов, произведен расчет соответствующих резервов для ряда городов страны разного размера, находящихся в различных климатических условиях. Выявленные резервы наглядно демонстрируют возможности радикального повышении эффективности городских систем теплоснабжения за счет совокупности представленных мер и мероприятий.

При этом в технологии повышения эффективности технических систем встраиваются компоненты правового, информационного характера, иные инструменты стимулирования эффективного использования энергоресурсов. Соответственно, комплексный территориальный подход представляет из себя алгоритм реализации взаимоувязанных шагов в организационно-экономическом, техническом, информационном плане.

Разнообразие ключевых показателей энергопотребления и энергоемкости региональных комплексов предопределяет неизбежность наличия разных стратегий (программ) повышения энергоэффективности, интегрированных с проектами повышения энерговооруженности региона (как минимум, три-четыре типологических группы-кластера). Общий вектор этих стратегий (программ) вбирает в себя набор шагов и комплекса мер (сценариев), отбор которых осуществляется посредством гармонизации (условий сопряжения) между секторами и мерами разного плана.

Комплекс институциональных мер предшествует необходимым схемным и технологическим решениям, подкрепляемым системным мониторингом и развитием современных информационно-аналитических инструментов для понимания ситуации и поддержки принятия решений. Предложен информационный инструмент, интегрирующий первичный сбор и обработку данных, их мониторинг и хранение в универсальных хранилищах данных, апробацию многомерных аналитических моделей (OLAP) и представлению информации для принятия соответствующих управленческих решений.

Список литературы

1. 100 лет теплофикации и централизованному теплоснабжению. Сборник статей / Под ред. В.Г. Семенова. – М.: Новости тепло-снабжения, 2003 г.
2. Автономов А.Б. Положение в области систем централизованного теплоснабжения в странах Центральной и Восточной Европы // Электрические станции. 2004. № 7.
3. Агарков М.М. Подряд (текст и комментарий к статьям 220-235 ГК РФ). – М., 1924 г.
4. Аджиев М.Э Энергосберегающие технологии. – М.: Знание, 1990. – 64 с.
5. Актуальные экономические и технические проблемы энергетического сектора России. Труды научной конференции, посвященной 100-летию со дня рождения акад. РАН М.А. Стыриковича. – М.: Инс-тут высок. темп. РАН, 2002 г.
6. Анализ теплоэнергетических балансов, разработка принципиальных схемных решений систем отопления, вентиляции с использованием тепловых ВЭР. – Минск, Белпромпроект, 1984 г.
7. Андрищенко А.И., Николаев Ю.Е. Проблемы развития систем теплофикации городов // Известия ВУЗов. Проблемы энергетики. 2003. № 5-6.
8. Антонов Н.В. Проблемы управления электропотреблением в бытовом секторе // Энергорынок. 2010. № 1.
9. Аракелов В.Е. Методические основы экономии энергоресурсов.- М.: Энергоиздат, 1990 г.
10. Архипов Л.И., Гаряев А.Б., Ефимов А.Л. Методы составления энергобалансов промышленных предприятий. – М.: Изд-во МЭИ, 2000. – 48 с.

11. Артюхов В.В. Общая теория систем: самоорганизация, устойчивость, разнообразие, кризисы. – М.: Книжный дом «Либроком», 2009 г.
12. Аше Б.М. Теплофикация городов. – Л., 1930 г.
13. Бабурин В.Л. Эволюция российских пространств. – М. Изд-во УРСС, 2002. – 272 с.
14. Байдаков С.Л., Гашо Е.Г. Эффективные системы жизнеобеспечения мегаполисов – основа устойчивого развития государства // Энергетическая политика. 2005. № 3.
15. Байдаков С.Л., Гашо Е.Г. Экономико-правовые предпосылки реализации комплексных территориальных программ энергосбережения // Вести в электроэнергетике. 2007. № 6.
16. Байдаков С.Л., Гашо Е.Г., Репецкая Е.В. Повышение энергоэффективности ЖКХ // Коммунальный комплекс России. 2008. № 1, 3.
17. Бакланов П.Я. Пространственные системы производства (микроструктурный уровень анализа и управления). – М.: Наука, 1986 г.
18. Балугев Е.Д. Перспективы развития централизованного теплоснабжения // Теплоэнергетика. 2001. № 11.
19. Баранский Н.Н. Избранные труды. Становление советской экономической географии. – М.: Мысль, 1980 г.
20. Башмаков И.А. Региональная политика повышения энергетической эффективности: от проблем к решениям. – М. ЦЭНЭФ, 1996 г.
21. Башмаков И.А. Энергоэффективность: от риторики к действию. – М.: ЦЭНФ, 2001 г.
22. Беляев В.С., Хохлова Л.П. Проектирование энергоэкономичных и энергоактивных гражданских зданий. – М.: Высшая школа, 1991 г.

23. Беляев И.М., Гашо Е.Г., Копылова Е.А., Озеров Р.И., Постельник М.И., Репецкая Е.В. Карта Российского теплоснабжения // Коммунальный комплекс России. 2008. № 5.
24. Берталанфи Л.Ф. Общая теория систем. – М.: Изд-во «Мир», 1976 г.
25. Беседина М.С., Гашо Е.Г., Зайцев А.Ф. Методика регионального энергоанализа. Учебное пособие. – М.: Издательство «Дело», 1992 г.
26. Бессонова О.Э. Раздаток: Институциональная теория хозяйственного развития России. – Новосибирск: Наука, 1999 г.
27. Блази В. Справочник проектировщика. Строительная физика. – М.: Техносфера, 2004. – 480 с.
28. Богданов А.Б. Теплофикация – золушка энергетики // Энергетик. 2001. № 11. С. 5-10.
29. Богословский В.Н. Тепловой режим зданий. – М.: Стройиздат, 1979 – 249 с.
30. Богуславский Л.Д. Снижение расхода энергии при работе систем отопления, вентиляции, кондиционирования воздуха. – М.: Стройиздат, 1983 г.
31. Богуславский Л.Д. Экономия теплоты в жилых зданиях. – М.: Стройиздат, 1990 г.
32. Борисова И.Н., Воронина С.А., Ксенофонтов М.Ю., Некрасов А.С. Энергоемкость российской экономики // Проблемы прогнозирования. 1997. № 6.
33. Боулдинг К. Общая теория систем – скелет науки / Исследования по общей теории систем. – М.: Прогресс, 1969. – с. 106-124.
34. Бочаров Ю.Л., Фильваров Г.И. Производство и пространственная организация городов. – М.: Стройиздат, 1987 г. – 256 с.
35. Бродач М.М., Шилкин Н.В. Использование топливных элементов для энергоснабжения зданий // АВОК. 2004. № 2-3.

36. Бродель Ф. Игры обмена. Материальная цивилизация, экономика и капитализм. XV-XVIII вв. М.: Прогресс, 1988 г.
37. Бродянский В.М. Эксергетический метод термодинамического анализа. – М.: Энергия, 1973 г.
38. Бутрин А. Поточные процессы промышленного предприятия. – М. 2001 г.
39. Бутрин А. Оценка эффективности потоковых процессов пром-предприятий. – М., 2001 г.
40. Васильев Г.П. Экономически целесообразный уровень теплозащиты зданий // Энергосбережение. 2000. №2. С. 48-51.
41. Васильев Г.П. Геотермальные теплонасосные системы тепло-снабжения // Теплоэнергетика. 2004. № 6. С. 33-41.
42. Васильев Ю.С., Хрисанов Н.И. Экология возобновляемых источников. – Л.: Энергоатомиздат, 1991 г.
43. Вакулко А.Г., Папушкин В.Н. «Гармонизация» нормативных требований энергосбережения на региональном уровне // Энергосбережение. 1997. № 3.
44. Вакулко А.Г., Михайлов С.А., Гашо Е.Г. Методические материалы к проведению энергетического аудита // Энергосбережение. 2001. № 6.
45. Велихов Л.А. Основы городского хозяйства: Общее учение о городе, его управлении, финансах и методах хозяйства. М., Л., 1928. Ч 1.
46. Вигдорчик А.Г., Чупятов В.П. Энергосбережение: методология, определения и перспективы // Известия АН СССР. Сер. Энергетика и транспорт. 1988. № 4.
47. Великороссов В.В., Горбунов А.Н., Карякин А.М., Майсерик И.Е., Рясин В.И. Управление региональной теплоэнергетикой: вчера, сегодня, завтра. – Иваново: ИГЭУ, 2004. – 384 с.

48. Волкова Е.А., Макарова А.С. Эффективность и перспективы развития теплофикации в современных экономических условиях / Доклады семинара «Экономические проблемы энергетического комплекса». Заседание от 24.02.2010 г. – М., 2010 г.
49. Волконский В.А., Кузовкин А.В. Цены на энергоресурсы в России и зарубежных странах // Экономист. 2000. № 11. С. 11-40.
50. Воропай Н.И. Лев Александрович Мелентьев – основоположник научного направления «Системные исследования в энергетике» // Теплоэнергетика. 2008. № 11.
51. Гагарин В.Г. Экономические аспекты повышения теплозащиты ограждающих конструкций зданий в условиях «рыночной экономики» // Новости теплоснабжения. 2002. № 1.
52. Гагарин В.Г. Показатели потребления энергии // В кн. «Проблемы строительной теплофизики систем обеспечения микроклимата и энергосбережения в зданиях» – Сборник докладов пятой научно-практической конференции 26-28 апреля 2000 г. (Академические чтения). М., НИИСФ, 2000, с. 11-34.
53. Гашо Е.Г. Энергия без опасности // Энергия: техника, энергетика, экология. 2001. № 8. С. 6-12
54. Гашо Е.Г., Ковылов В.К., Парщиков В.П. Методологический подход к решению проблемы рационализации регионального энергопромышленного комплекса // Промышленная энергетика. 2002. № 10. С. 2-7.
55. Гашо Е.Г. Степень централизации, распределенность и пути рационализации теплоэнергетической нагрузки территориальных промышленных узлов в России // Вестник МЭИ. 2003. № 4. С. 34-39.
56. Гашо Е.Г., Коваль А.В., Постельник М.И. Комплексный подход и логистика регионального энергохозяйства: единство технических, организационно-экономических и информационных решений //

Труды открытого семинара «Экономические проблемы энергетического комплекса» – М.: Институт народнохозяйственного прогнозирования РАН, 2004 г.

57. Гашо Е.Г., Панфилов В.А., Дудкин Ю.П. Проблемы рационализации теплотребления и оптимизации параметров территориально распределенных систем коммунального теплоснабжения городов // Энергосбережение и водоподготовка. 2005. № 1. С. 32-37.
58. Гашо Е.Г., Попов С.К. О комплексной рационализации распределенных систем теплоэнергоснабжения промышленных комплексов с предельным энергосбережением энерготехнологических агрегатов // Вестник МЭИ. 2005. № 1.
59. Гашо Е.Г., Ковылов В.К. Системы жизнеобеспечения городов как отражение их территориальной организации // Вестник МГУ. Сер. География. 2006. № 3.
60. Гашо Е.Г. Особенности эволюции и повышение эффективности распределенных коммунальных систем энергообеспечения городов // Изв. РАН Сер. Энергетика. 2006. № 4.
61. Гашо Е.Г. Особенности эволюции городов и промузлов, территориальных систем жизнеобеспечения. Монография. – М.: Центр системных исследований, 2006.
62. Гашо Е.Г., Репецкая Е.В. Опыт и проблемы реализации региональных программ энергосбережения. / Сб. трудов семинара «Экономические проблемы ТЭК» Институт народнохозяйственного прогнозирования РАН. Июнь 2010 г.
63. Гашо Е.Г. О принципах управления техногенными рисками в энергокомплексе // Проблемы анализа риска. 2011. № 2.
64. Гашо Е.Г., Репецкая Е.В. Программы энергосбережения сдааны...Что дальше? // Журнал National Business. 2011. №4.

65. Гашо Е.Г. Неэффективность систем теплоэнергоснабжения как источник техногенных рисков и пути их снижения // Проблемы анализа риска. 2011. № 6.
66. Гильбо Е. Экономика и энергетика России: перспективы в условиях базовых природных ограничений // www.gilbo.ru
67. Громов Н.К. Абонентские устройства водяных тепловых сетей. – М.: «Энергия», 1979 г.
68. Даминов А.З., Назмеев Ю.Г. Структурный и термодинамический анализ двухтрубной закрытой системы централизованного тепло-снабжения города // Известия РАН. Энергетика. 2005. № 6.
69. Дэвинс Дж. Энергия. – М.: Энергоатомиздат, 1990.
70. Жариков Е.С. Психология управления. – М., Изд-во «Дело», 1984 г.
71. Загайтов И.Б. Экономические патологии. – Воронеж, 1999 г.
72. Злобин А.А., Курятов В.Н., Романов Г.А. Потенциал энергосбережения и его реализация // Энергонадзор и энергоэффективность. 2003. № 3. С. 76-81.
73. Калашникова Т.М. Использование экономико-географических методов при решении проблем экономии природных ресурсов // Экономическая и социальная география на пороге XXI века. – Смоленск, 1997 г.
74. Калинина Е.И., Бродянский В.М. Основные положения методики термоэкономического анализа комплексных процессов // Изв. вузов. Сер. Энергетика, 1973. № 12. С. 57-64.
75. Кара-Мурза С.Г. Телегин С.Г. Царь-холод, или почему вымерзает Россия. – М.: Алгоритм, 2003. – 272 с.
76. Карбаускайте Ю., Гилюс А., Станкявичюс В. Анализ общих теплотерь жилых многоквартирных зданий // Энергосбережение. 2002. № 3. С. 44-45.

77. Кафаров В.В., Мешалкин В.П. Анализ и синтез химико-технологических систем. – М.: Химия, 1991 г. – 432 с.
78. Кибернетические системы ценозов: синтез и управление. МОИП: IX чтения памяти А.А. Ляпунова. – М.: Наука, 1991. – 106 с.
79. Кинн Р. Размещение энергетических объектов: системный анализ. – М.: Энергоатомиздат, 1983 г.
80. Кирдина С.Г. Институциональные матрицы и развитие России. – Новосибирск: ИЭиОПП СО РАН, 2001 – 308 с.
81. Климатический справочник Западной Европы. Л., Гидрометеиздат, 1979.
82. Климатический справочник Северной Америки. Л., Гидрометеиздат, 1985.
83. Клименко А.В., Гашо Е.Г. Проблемы повышения эффективности коммунальной энергетики на примере объектов ЖКХ ЦАО г. Москвы // Теплоэнергетика. 2004. № 6.
84. Клименко В.В. Влияние климатических и географических условий на уровень потребления энергии. // Доклады академии наук. 1994. Т. 339. № 3. С. 319-322.
85. Клименко В.В. Энергия, климат и историческая перспектива России // Общественные науки и современность. 1995. № 1. С. 99-105.
86. Ключников А.Д. Энергетика теплотехнологии и вопросы энергосбережения. – М.: Энергоатомиздат, 1986 г.
87. Ковылянский Я.И. Вопросы развития технологии теплофикации // Промышленная энергетика. 1999. № 8. С. 21-25.
88. Ковылянский Я.И. Развитие теплофикации в России. Теплоэнергетика. 2000. № 6.
89. Козлов А.Т., Гашо Е.Г., Зайцев А.Ф. Эколого-экономические проблемы региона. Монография. – Воронеж: «Квадрат», 1995 г.
90. Колосовский Н.Н. Теория экономического районирования. – М.: Мысль, 1969 г.

91. Комар И.В. Рациональное использование ресурсов и ресурсные циклы. – М., 1975 г.
92. Кондратьев Н.Д. Проблемы экономической динамики. – М.: Экономика, 1989 г.
93. Концепция развития теплоснабжения в России, включая коммунальную энергетику, на среднесрочную перспективу / Под ред. чл-корр. РАН А.В. Клименко. Принята Департаментом Госэнергонадзора РФ. – М., 2002 г.
94. Корнеев С.М. Юридическая природа договора энергоснабжения // Закон. 1995. № 7.
95. Костыльков И.Г. Новый подход к оценке природных ресурсов в производстве минеральных удобрений. М.: НИИЭТХИМ, 1990 г.
96. Корякин Ю.И. Окрестности ядерной энергетики России: новые вызовы. – М., Изд-во ГУП НИКИЭТ, 2002 г. – 334 с.
97. Крон Г. Исследование сложных систем по частям (диакоптика). – М.: Наука, 1972. – 544 с.
98. Ксенофонтов М.Ю. Теоретические и прикладные аспекты социально-экономического прогнозирования. – М.: Изд-во ИСЭРН, 2002. – 312 с.
99. Кудрин Б.И. Техногенная самоорганизация. – М.: Центр системных исследований, 2004. – 248 с.
100. Лаппо Г.М. География городов. – М.: Владос, 1997 г.
101. Легасов В.А. Проблемы безопасного развития техносферы // Коммунист. 1987. № 8. С. 92-101.
102. Лексин В.Н., Федотов А.А., Чупятов В.П. Экономика использования ВЭР черной металлургии. – М.: Металлургия, 1978.
103. Лексин В.Н. Федеративная Россия и ее региональная политика – М.: ИНФРА-М, 2008 г.

104. Леончик Б.И., Данилов О.Л. Научные основы энергосбережения. Учебное пособие. – М.: Издательский комплекс МГУПП, 2000. – 107 с.
105. Либоракина М.И., Сиваев С.Б. Местное самоуправление и реформа ЖКХ // Общественные науки и современность. 2004. № 2.
106. Лисиенко В.Г., Щелоков Я.М. Хрестоматия по энергосбережению. Справочное издание. В 2-х книгах. – М.: «Теплоэнергетик», 2002 г. – 688 с.
107. Литвак В.В., Силич В.А., Яворский М.И. Региональный вектор энергосбережения. – Томск: СТУ, 1999. – 320 с.
108. Любимова Е.В. Региональные энергосистемы: перспективы экономической политики // Регионы: экономика и социология. 1999. № 4.
109. Макаров А.А. Перспективы развития энергетики России в первой половине XXI века // Известия АН. Энергетика. 2000. № 2. С. 3-17.
110. Майоров В.В. Проектирование и эксплуатация систем теплоэнергоснабжения промышленных предприятий. Учебное пособие. – Воронеж, ВПИ, 1981 г.
111. Малишевский А.В. Качественные модели в теории сложных систем. – М.: Наука-Физматлит, 1998. – 588 с.
112. Мелентьев Л.А. Системные исследования в энергетике. Изд. 2-е. – М.: Наука, 1983. – 456 с.
113. Меренков А.П., Хасилев В.Я. Теория гидравлических цепей. – М.: Наука, 1985 г.
114. Меренков А.П., Сеннова Е.В., Сумароков С.В. Математическое моделирование и оптимизация систем тепло-, водо-, нефте- и газоснабжения. – Новосибирск.: Наука, 1992. – 407 с.

115. Методическое пособие по энергосбережению в протяженных системах централизованного теплоснабжения. – М.: Объединение ВНИПИЭнергопром, 2001 г.
116. Методы и модели разработки региональных энергетических программ/ Б.Г. Санеев, А.Д. Соколов и др. – Новосибирск: Наука, 2003 г.
117. Моисеев Н.Н. Есть ли у России будущее. Попытка системного анализа проблемы // Зеленый мир, 1997 г.
118. Моисеенкова Т.И. Эколого-экономическая сбалансированность промышленных узлов. – Саратов: СГУ, 1985 г.
119. Мюрдаль К.Г. Мировая экономика. – М.: Экономика, 2000 г.
120. Надежность топливоснабжения электростанций / Под ред. А.С. Некрасова, А.Ш. Резниковского – М.: Наука, 1990 г.
121. Некрасов А.С., Воронина С.А. Состояние и перспективы теплоснабжения в России // Электрические станции. 2004. № 5. С. 2-8.
122. Некрасов А.С., Синяк Ю.В., Воронина С.А., Семикашев В.В. Современное состояние теплоснабжения России // Проблемы прогнозирования. 2011. № 1-2.
123. Осипов В.А., Шарыгин М.Д. Энергопроизводственные циклы: проблемы теории и практики. – Л., 1988 г.
124. Папушкин В.Н., Гашо Е.Г. Роль энергосбережения при выборе рациональной схемы теплоснабжения мегаполисов // Теплоэнергетика. 2009. № 12.
125. Перегудов Ф.И., Тарасенко Ф.П. Введение в системный анализ. – М.: Высшая школа, 1989 г.
126. Паршев А.П. Почему Россия не Америка. – М., 1999 г.
127. Паули В.К., Сидоров С. Б. Основные положения организации внутреннего аудита деятельности предприятий // Энергетик. 2000. № 5. С. 20-22.

128. Подолинский С.А. Труд человека и его отношение к распределению энергии // «Слово». 1880. № 4-5.
129. Поланьи К. Великая трансформация. Политические и экономические истоки нашего времени. – С.-Пб.: «Алетейя», 2002. – 320 с.
130. Попков Ю.С., Посохин М.В., Гутнов А.Э. Системный анализ и проблемы развития городов. – М.: Наука, 1983 г.
131. Прохоров В.И. Энергоэкономичность систем отопления и вентиляции // Водоснабжение и санитарная техника. 1985, № 9. С. 28-30.
132. Прю Т., Флавин Кр., Сэви Дж. Как изменить нефтяную экономику // Россия в окружающем мире: 2006. (Аналитический ежегодник). Под ред. Н.Н.Марфенина. – М.: МНЭПУ, Авант, 2007 – 320 с.
133. Прохоров В.И. Облик энергосбережения. В кн. «Проблемы строительной теплофизики систем обеспечения микроклимата и энергосбережения в зданиях» – Сборник докладов пятой научно-практической конференции 26-28 апреля 2000 г. (Академические чтения). М., НИИСФ, 2000.
134. Пузаков В.С. Теплоснабжение по-европейски // Новости теплоснабжения. 2008. № 8. С. 18-23.
135. Радаев В.В. Формирование новых российских рынков: транзакционные издержки, формы контроля и деловая этика. – М.: Центр политических технологий, 1998 г.
136. Рациональное использование топливно-энергетических ресурсов / Егоричев А.П., Розин С.Е., Щелоков Я.М. – М.: Metallurgy, 1990 г.
137. Рей Д., Макмайл Д. Тепловые насосы. Пер. с англ. – М.: Энергоатомиздат, 1982 г.
138. Розоноэр Л.И. Обмен и распределение ресурсов (обобщенный термодинамический подход) // Автоматика и телемеханика. 1973. № 5.

139. Россия как система. Web – атлас / В. Артюхов. А. Мартынов. Practical science. <http://www.sci.aha.ru>
140. Саватье Р. Теория обязательств. – М.: Прогресс, 1972 г.
141. Сазанов Б.В., Ситас В.И. Теплоэнергетические системы промышленных предприятий. – М.: Энергоатомиздат, 1990 г.
142. Семенов В.Г. Управление теплоснабжением // Новости теплоснабжения. 2003. № 2.
143. Сеннова Е.В., Сидлер В.Г. Математическое моделирование и оптимизация развивающихся теплоснабжающих систем. – Новосибирск, 1987. – 222 с.
144. Синявский И.А., Манешина Н.И. Типология зданий и сооружений. Учебное пособие. – М.: Академия, 2004. – 176 с.
145. Смирнов И.А. Оценка целостности систем энергообеспечения // Изв. АН СССР. Сер. Энергетика и транспорт. 1987. № 4.
146. Смирнов И.А., Хрилев Л.С. Основные направления повышения эффективности ТЭЦ в условиях рыночных отношений // Теплоэнергетика. 2004. № 4. С. 50-57.
147. Соколов Е.Я. Теплофикация и тепловые сети: Учебник для вузов. – М.:, Издательство МЭИ, 1999 г.
148. Справочный документ по наилучшим доступным технологиям обеспечения энергоэффективности / В. Виниченко, Е. Гашо, Т. Гусева, Е. Дмитриев, Г. Панкина. Опубликовано при поддержке Фонда стратегических программ МИД Великобритании при поддержке Росстандарта РФ. 2009 г.
149. Степанов В.С., Степанова Т.Б. Потенциал и резервы энергосбережения в промышленности – Новосибирск: Наука, 1990 г.
150. Табунщиков Ю.А. Энергосбережение – дефицит знаний и мотиваций // АВОК. 2004. № 5.

151. Тархов С.А. Представления о территориальном развитии и методологии пространственного анализа // География и проблемы регионального развития. М., 1989. С. 30.
152. Твайделл Дж., Уэйр А. Возобновляемые источники энергии. – М.: Энергоатомиздат, 1990 г.
153. Тепловая защита зданий. СНиП 23-02-2003. – М.: Госстрой России, 2004 г.
154. Национальный доклад «Теплоснабжение Российской Федерации. Пути выхода из кризиса» / Под ред. В.Г. Семенова. М. – 2001 г.
155. Теплофикация СССР. Сборник статей под общ. ред. С.Я. Белинского, Н.К. Громова. – М.: «Энергия», 1977 г. – 312 с.
156. Троицкий А.А. Энергоэффективность как фактор влияния на экономику, бизнес, организацию энергоснабжения // Электрические станции. 2005. № 1.
157. Фардиев И.Ш., Щелоков Ю.В., Салихов А.А. Общий анализ проблем больших городов в деле их энергообеспечения. // Новости теплоснабжения. 2004. № 5. С. 13-16.
158. Хефеле В. Энергетика в переходный период. Стратегии перехода // Известия Академии наук СССР. Сер. Энергетика и транспорт. 1990. № 2-3.
159. Хрилев Л.С. Теплофикационные системы. – М.: Энергоатомиздат, 1988 г. – 272 с.
160. Шевелев Я.В., Клименко А.В. Эффективная экономика ядерного топливно-энергетического комплекса. – М, 1996 г.
161. Шелгинский А.Я. Энерготехнологические системы промпредприятий – уровень решения основных задач энергосбережения // Новости теплоснабжения. 2010. № 10.
162. Шупер В.А. Устойчивость пространственной структуры систем городского расселения. Автореф. дисс. на соиск. уч. ст. д. геогр. н.-М.:ИГАН АН СССР, 1990 г.

163. Щелоков Я.М. Энергетический анализ хозяйственной деятельности. Учебно-методическое издание. Екат-г, 2009 г.
164. Яковлева С.И. Инфраструктурные системы: территориальное развитие и управление: Монография. Тверь, 2002.
165. Bertoldi, P., Boza-Kiss, B, and Rezessy, S. 2007. Latest Development of Energy Service Companies across Europe. JRC Scientific and Technical Reports.
166. Fells I. The energy-lethargy diagram.// Journal of the Institute of Energy. 1984. v. 54. № 432. p. 388.
167. Georgescu-Roegen N. «Energy and economic myths» – «Southern Economic Journal». 1975. v. 41. № 3.
168. Georgescu-Roegen N. Crisis of resources: its nature and its unfolding, p. 9-24. – In: Energy, economics and environment: toward a comprehensive perspective. Ed. Danele G.A., 1982, Lexington, Heath D.C. and Co.
169. OECD/IEA, 2008. Promoting energy efficiency investments. Case studies in the residential sector. OECD/IEA and AFD, 2008. <http://www.iea.org/textbase/nppdf/free/2008/PromotingEE2008.pdf>
170. Ofgem, 2008. A review of the Energy Efficiency Commitment 2005-2008. Office of gas and electricity markets, London, UK.
171. White L. Energy and the Evolution of culture // The science of culture. New York: Grove press, 1949.