

На правах рукописи

ДЕЛЮКИН
Алексей Семенович

**КОНЦЕПЦИЯ ФОРМИРОВАНИЯ ТОПЛИВНО-ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО
КОМПЛЕКСА МЕГАПОЛИСА В СОВРЕМЕННЫХ УСЛОВИЯХ
(НА ПРИМЕРЕ САНКТ-ПЕТЕРБУРГА)**

Специальность: 05.14.04 – «Промышленная теплоэнергетика»

А в т о р е ф е р а т
диссертации
на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Санкт-Петербург
2002

Работа выполнена на кафедре инженерного обеспечения городского хозяйства Санкт-Петербургского государственного технического университета.

Научный руководитель — доктор технических наук, профессор *Семин Е.Г.*

Научный консультант — академик РАН *Данилевич Я.Б.*

Официальные оппоненты:

— доктор технических наук, профессор *Боровков В.М.*

— кандидат технических наук *Прудовский Л.Е.*

Ведущая организация — *АООТ «Научно-производственное объединение по исследованию и проектированию энергетического оборудования им. И.И.Ползунова» (НПО ЦКТИ), Санкт-Петербург*

Защита состоится 26 марта 2002 г. в 16-00 часов на заседании диссертационного совета Д 212.229.04 в Санкт-Петербургском государственном техническом университете по адресу:

195251, Санкт-Петербург, Политехническая ул., 29, корпус ПГК, ауд. 411.

С диссертацией можно ознакомиться в фундаментальной библиотеке Санкт-Петербургского государственного технического университета.

Автореферат разослан 26 февраля 2002 г.

Ученый секретарь
диссертационного совета

К.А.Григорьев

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы. Топливо-энергетический комплекс (ТЭК) является важнейшей структурной составляющей инженерно-энергетического комплекса Санкт-Петербурга, одним из ключевых факторов обеспечения жизнедеятельности города, он оказывает существенное влияние на формирование бюджета города. Санкт-Петербург является крупным потребителем энергетических ресурсов, электрической и тепловой энергии и имеет развитый топливо-энергетический комплекс.

Региональная энергетическая политика, занимающая важное место в энергетической стратегии России, в полной мере отражает принципиальные изменения, которые происходят в государственном устройстве и экономике страны. Она сочетает естественное стремление региона к самоуправлению и самообеспечению энергоносителями с сохранением единства топливо-энергетического комплекса России. Актуальность и недостаточная проработанность критериальных параметров развития топливо-энергетического комплекса мегаполиса и определили тему данной работы. При этом решение этой актуальной проблемы базировалось на значительном накопленном опыте развития и управления топливо-энергетическим комплексом в Санкт-Петербурге. Функционирование городского хозяйства базируется на энергетической отрасли. Удельный вес энергетической составляющей в бюджете Санкт-Петербурга (включающий инвестиции на реконструкцию, развитие и управление энергетических систем, дотации, компенсации и т.д.) характеризуется значительной величиной, функционально зависящей от эффективности работы как отраслей топливо-энергетического комплекса, так и энергопотребителей. Снижение материальных затрат при одновременном повышении показателей качества и надежности обеспечения газом, электрической и тепловой энергией промышленности и населения мегаполиса, является одной из важнейших и актуальных проблем. Принципиальные изменения, наблюдающиеся за последние годы в экономике России и, соответственно, в промышленном комплексе и городском хозяйстве Санкт-Петербурга, происходящие с одновременным сокращением инвестиций на модернизацию ТЭК города, изменившиеся условия финансирования закупок топлива привели, в значительной степени, к снижению качества энергоснабжения и к определенному социальному напряжению. Необходимость разработки региональной энергетической политики диктуется также определяющей ролью ТЭК в политико-экономической интеграции страны через дальнейшую эволюцию технологически единых федеральных энергетических систем и формировании условий для взаимовыгодного сотрудничества города (регионального центра) с другими регионами России.

В процессе работы по теме диссертации систематизированы и обобщены труды многих отечественных и зарубежных авторов в области формирования топливо-энергетического комплекса, ресурсо- и энергосбережения: академиков Данилевича Я.Б., Глухих В.А., Васильева Ю.С., профессоров Аверьянова В.К., Зотова В.Б., Иванова В.А., Коваленко А.Н., Лисочкиной Т.В., Панибрато-

ва Ю.П., Сафонова Л.П., Семина Е.Г., Федорова М.П., Чистовича С.А., Чекалина В.С., Яковлева В.А., и многих других.

Кроме того, проанализированы работы ведущих в России научно-исследовательских организаций и профилирующих кафедр ВУЗов Российской Федерации: СПбГТУ, СПбГАСУ, НПО ЦКТИ, ВНИИФА, ОЭЭП РАН, СПбНИИАКХ и ряда других, а также опыт развития энергетики в Дании, Швеции, Германии, Франции, Финляндии, Бельгии, Эстонии и других странах.

Целью диссертационной работы является разработка концептуальных основ формирования топливно-энергетического комплекса мегаполиса для обеспечения надежного и качественного энерго- и теплоснабжения населения, промышленности и городского хозяйства при одновременной оптимизации удельных энергетических показателей и дальнейшего развития технологически увязанных федеральных энергетических систем и для создания условий успешного сотрудничества города с регионами России в современных условиях.

Для реализации цели работы определены следующие задачи:

разработать и обосновать стратегию коренного организационно-технического перевооружения и реконструкции топливно-энергетического комплекса Санкт-Петербурга;

определить основные параметры устойчивого обеспечения энергоносителями населения и экономики города;

усовершенствовать необходимый инструментарий повышения эффективности производства, преобразования и использования топливно-энергетических ресурсов и создать благоприятные условия для перевода городского энергетического хозяйства на энергоэффективный и энергосберегающий путь развития;

обеспечить устойчивость развития ТЭК в современных (рыночных) условиях;

создать условия для обеспечения энергетической безопасности Санкт-Петербурга посредством более широкого применения для указанных целей межрегиональных энергетических связей;

совершенствовать экологический и социально-экономический уровень снабжения населения энерго- и теплоносителями для уменьшения деградиционных процессов в системе «литосфера - техногенно-измененная литосфера - инженерная инфраструктура - биота» путем внедрения современных технологий инженерного обеспечения города.

Объектами исследования в данной работе являются топливно-энергетический комплекс Санкт-Петербурга и его отдельные звенья, связанные с широко разветвленной действующей сетью инженерной инфраструктуры города, требующей развития, реконструкции и инвестирования в современных условиях, позволяющие реализовать цели и задачи данной работы и найти общие приемлемые решения для совершенствования топливно-энергетического комплекса в регионах России; разработанная в работе стратегия развития и управления ТЭК во многом репрезентативна для крупнейших городов страны.

На защиту выносятся следующие основные положения, определяющие ее **научную новизну**:

проанализированы и разработаны основные направления развития и рационализации ТЭК в геоэкологической системе «литосфера – техногенно-измененная литосфера – инженерная инфраструктура города – биота (человек)», обеспечивающие устойчивость биосоциума и уменьшение деградиционных процессов в литосфере (техногенно-измененной литосфере), комфортность проживания и уменьшение социальной напряженности;

предложены концептуальные основы формирования основных направлений развития ТЭК мегаполиса в современных условиях для надежного и качественного энергоснабжения населения, промышленности и городского хозяйства;

сформулированы и научно обоснованы критерии повышения эффективности производства, преобразования и использования топливно-энергетических ресурсов и созданы необходимые предпосылки для перевода энергетического хозяйства на энергосберегающие технологии, резко снижающие деградиционные процессы в схеме «литосфера - техногенно-измененная литосфера - инженерная инфраструктура - биота»;

определено поэтапное формирование экономической, социальной, правовой и нормативной сред для обеспечения реализации обоснованных концептуальных приоритетов и задач стратегической энергетической политики;

проведены прогнозные оценки качественной динамики формирования объемов потребления энергоресурсов;

оценены критерии и параметры обеспечения энергетической безопасности Санкт-Петербурга.

Практическая ценность. Результаты проведенных исследований ориентированы на их использование при разработке необходимого практического и методического инструментария для реализации технологических аспектов и концепций управления и развития топливно-энергетического комплекса в Санкт-Петербурге. Все практические рекомендации, полученные в результате проведенных исследований, использованы:

при разработке алгоритмов развития ТЭК города для сохранения преимуществ сложившейся инженерной инфраструктуры с приоритетом комбинированной выработки тепловой и электрической энергии, развития службы систем контроля и диагностики состояния оборудования, выборочной замены ненадежных элементов, внедрения новых энергоэффективных технологий;

при определении поэтапной реконструкции и обновлении инженерных сетей и базового оборудования ТЭК в соответствии со стратегическим планом развития Санкт-Петербурга и России в целом;

при создании и развитии комплексных установок, использующих местные и альтернативные виды топлива и энергетического воздействия (сланцы, торф, древесина, гео- и термоисточники, ТБО, ветер и т. д.);

при разработке реконструкции системы теплоснабжения Приморского района Санкт-Петербурга.

Достоверность результатов и обоснование выводов. Достоверность научных результатов обоснована проведением спланированных экспериментов; применением современной измерительной аттестованной аппаратуры и современных технологий городского теплоснабжения, а также полнотой экспериментальных исследований по каждому конкретному прибору и автоматизированным системам управления.

Обоснованность полученных выводов подтверждается тем, что они легли в основу нормативно-правовых и руководящих документов Администрации Санкт-Петербурга, основных направлений развития энергетики Санкт-Петербурга до 2010 года, а также в разработку, проектирование и изготовление измерительной аппаратуры и технологического оборудования.

Апробация работы. Основные результаты диссертационной работы доложены и обсуждены на: 1-ом заседании Санкт-Петербургского инженерного общества (1995, Санкт-Петербург); 4-ой междунар. конф. «Региональная информатика-95» (1995, Санкт-Петербург); российско-датском семинаре (1998, Валаам, Кизи, Санкт-Петербург); 12-ой междунар. конф. «Коммерческий учет энергоносителей» (2000, Санкт-Петербург); междунар. конф. «Технология энергосбережения, строительства и эксплуатации инженерных систем» (2000, Санкт-Петербург); междунар. конф. «Безопасность и экология Санкт-Петербурга» (2000, Санкт-Петербург); 2-ой специализированной конф. «Ресурсоэнергосбережение – XXI век» (2000, Санкт-Петербург); междунар. форуме «Топливо-энергетический комплекс России» (2000, Санкт-Петербург); Петербургском экономическом форуме (2000, Санкт-Петербург); российско-датском семинаре, (2001, Дания); конф. «Энергоресурсосбережение» (2001, Российская Муниципальная Академия, Москва); научно-техническом семинаре «Энергоресурсосбережение и экологическая безопасность в муниципальном хозяйстве» (2001, Санкт-Петербург, Котка, Хельсинки, Стокгольм); 16-ой конф. «Москва – энергоэффективный город» (2001, Москва); первом междунар. симпозиуме «Энергетика крупных городов» (2001, Москва); 3-ей междунар. конф. «Эффективная энергетика – Экология – Экономика» (2001, Санкт-Петербург); российско-польском семинаре «Актуальные вопросы коммунальной энергетики» (2002, Санкт-Петербург); на заседаниях НТС КУГХ (1994-1996); на Днях науки СПбГТУ для молодых ученых, соискателей и аспирантов (1996-2001); на научных семинарах кафедры инженерного обеспечения городского хозяйства СПбГТУ (1996-2001).

Материалы диссертации нашли свое отражение в документах Комитета по энергетике и инженерному обеспечению Администрации Санкт-Петербурга:

- «Основные направления развития топливно-энергетического комплекса Санкт-Петербурга на период до 2010 года»;
- «Концепция реформирования ГУП «ТЭК СПб» на 2003-2005 годы»;
- «Концепция реформирования системы теплоснабжения Приморского района Санкт-Петербурга»;

а также в учебных пособиях кафедры инженерного обеспечения городского хозяйства Санкт-Петербургского государственного технического университета:

- «Технология управления недвижимостью города» (1996, 84 с.);
- «Совершенствование методологии эколого-системного подхода к проектированию городской транспортной инфраструктуры» (1999, 104 с.);
- «Топливо-энергетический комплекс города» (1999, 58 с.).

Личный вклад автора. Автору принадлежит формулирование направлений исследований и путей решения поставленных в диссертационной работе задач; реализация поставленных задач в разработанных материалах научного, учебного, методического и правового характеров, ставших основой концепций развития топливно-энергетического комплекса в Стратегическом плане Санкт-Петербурга и при разработке конкретных проектов реконструкции топливно-энергетических блоков и систем города; обобщения полученных результатов; выявление закономерностей и формулирование выводов.

Публикации. По результатам выполненных исследований опубликовано 28 печатных работ.

Структура и объем диссертации. Диссертация состоит из введения, пяти глав, заключения, списка литературы (131 наименование), 1 приложения. Основное содержание диссертации изложено на 107 страницах машинописного текста. Работа содержит 15 рисунков, 18 таблиц.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

В первой главе рассмотрено современное состояние и проблемы отраслей топливно-энергетического комплекса Санкт-Петербурга и прогноз потребления энергоресурсов в Санкт-Петербурге до 2010 года.

Топливо-энергетический комплекс Санкт-Петербурга является одной из важнейших отраслей жизнеобеспечения города, формирующей и определяющей необходимые предпосылки для стабильной работы хозяйственного комплекса и создающей благоприятные условия для жизни населения. В общей геоэкологической схеме «литосфера – техногенно-измененная литосфера – предприятия ТЭК – биота», предприятия ТЭК вносят наибольший вклад в деградацию литосферы. Ресурсное и энергетическое жизнеобеспечение «биоты» связано с резкими изменениями вещественного состава «техногенно-измененной литосферы».

В настоящее время предприятия инженерной инфраструктуры мегаполиса, интегрируясь с предприятиями ТЭК, являются важнейшей составной частью территориальной структуры хозяйства и объектов недвижимости и оказывают преобладающее влияние на социально-экономическое и материально-пространственное развитие мегаполисов. Районирование мегаполиса, количество населения, строительство и развитие новых мест проживания и приложения труда, формируют объемы и векторность энергетических потоков. Развитие энергетики в конечном счете улучшает комфортность проживания населения, особенно в новых районах, делает доступными и удобными для жителей возникшие места приложения труда, а также объектов социального и культурно-бытового назначения. ТЭК является сложной многоуровневой системой со

множеством отдельных взаимосвязанных элементов. Работу ТЭК можно оценивать по комплексу показателей. В качестве интегральных (обобщающих) можно принять удельные энергетические показатели ТЭК, такие как удельное потребление топлива на 1 МВт, себестоимость выработки 1 Гкал и другие.

Во второй главе рассмотрен прогноз потребления энергоресурсов в Санкт-Петербурге до 2010 года.

Теплоснабжение. Динамика теплотребления городского хозяйства и промышленности Санкт-Петербурга зависит от ряда факторов, основными из которых являются:

- темпы жилищного строительства;
- объем и характер реконструкции существующих жилого и общественного фондов;
- характер и темпы переоснащения существующих промышленных объектов, их технологическая загруженность;
- эффективность реализации в Санкт-Петербурге энергосберегающих программ.

Исходя из современных оценок при организации реализации комплекса энергосберегающих мероприятий, рост теплотребления в Санкт-Петербурге в ближайшее десятилетие можно ограничить 15%, при умеренном развитии, и 20%, при оптимистичных темпах промышленного и гражданского строительства. Приведенные показатели роста теплотребления учитывают временное снижение в последние годы их объемов за счет недопоставок топлива, совпавшее по времени с относительно благоприятными для Санкт-Петербурга погодными условиями в отопительные периоды последних лет.

Электроснабжение. Увеличение электропотребления к 2010 г. по России в соответствии с Энергетической стратегией, определяется величиной 20...30%. С учетом тенденций возрастания электровооруженности коммунально-бытовых потребителей с преимущественным переходом на электропищеприготовление в новом жилищном строительстве можно предположить к 2010 г. рост электропотребления в 1,2...1,3 раза. В условиях улучшения санитарного состояния и безопасности жизнедеятельности населения целесообразна интенсификация работ по переходу на электропищеприготовление. Перевод жилого сектора с газового на электропищеприготовление особенно актуален для центра Санкт-Петербурга. Сроки и объемы такого перевода требуют специальной дополнительной проработки.

Топливоснабжение. Рост топливopotребления Санкт-Петербурга зависит от многих факторов, основными из которых являются: темпы роста энергопотребления города; лимиты и условия поставки газового топлива; финансовые возможности энергетических предприятий и бюджета города по своевременным закупкам в достаточных объемах топлива; темпы роста электропотребления и энергетическая политика ОАО "Ленэнерго" по соотношению долей собственной выработки электроэнергии и объемов закупок энергии у ФОРЭМ; сроки ввода в действие и объем поставки тепловой энергии в Северо-Приморскую часть города от Северо-Западной ТЭЦ; эффективность реализации

городских программ по энергоресурсосбережению; объемы расхода топлива в промышленном секторе.

При сохранении существующих соотношений между ценами на природный газ, топочный мазут и уголь, основным видом топлива для города на период до 2010 года останется природный газ, удельный вес которого в топливном балансе будет составлять 85...95%. Второе место по использованию будет занимать мазут. Уголь является замыкающим видом топлива, и будет использоваться ограниченно на Первомайской ТЭЦ ОАО «Ленэнерго», а также на ряде негазифицированных котельных ГУП «ТЭК СПб» и промышленных предприятий. За пределами 2001 г. удовлетворение потребностей в природном газе станет возможно только при соответствующем расширении системы газовых сетей города и подводящих магистральных газопроводов.

Особое место в обеспечении города топливными ресурсами занимают нетрадиционные виды топлива: печное бытовое (соляровое топливо), сжиженный газ, древесные отходы, мусор и другие. В общей концепции топливоснабжения необходимо придерживаться расширения масштабов использования местных видов топлива (городского мусора, сланцев), а также энергоэффективных тепловых насосов.

Также рассмотрены технические энергоэффективные решения и предложения, способствующие снижению потребностей города в топливе.

В третьей главе рассмотрены особенности разработки приоритетов и основных направлений формирования ТЭК в современных условиях.

Современные технологии городского теплоснабжения. Широкое распространение в мире при реконструкции и строительстве отопительных котельных получили мини-ТЭЦ, обеспечивающие комбинированную выработку тепловой и электрической энергии. Эта технология позволяет использовать избыточную потенциальную энергию пара, которая ранее неэффективно «гасилась» на редуционно-охладительных установках (РОУ). Использование новых материалов и технологий позволяет увеличить срок службы котлоагрегатов, уменьшить затраты при транспортировке тепла, существенно сократить затраты на ремонт тепловых сетей. Замена армопенобетона пенополиуретаном в качестве теплоизоляции для тепловых сетей, также позволяет уменьшить затраты, связанные с эксплуатацией тепловых сетей.

В современных рыночных условиях приоритеты формирования ТЭК должны определяться прежде всего на основании технически и экономически обоснованных подходов к реконструкции всей системы теплоснабжения района или даже всей системы теплоснабжения города, а не к внедрению отдельных технических мероприятий. В качестве такого подхода следует рассматривать переход на закрытую по ГВС схему теплоснабжения. Переход на закрытую схему присоединения систем ГВС обеспечит:

- снижение расхода тепла на отопление и ГВС за счет перевода на качественно-количественное регулирование;
- уменьшение удельных расходов топлива на производство тепла, электроэнергии на перекачку теплоносителя;

- ввод в хозяйственную деятельность помещений закрываемых центральных тепловых пунктов (ЦТП);
- снижение расходов тепла на собственные нужды котельных;
- увеличение срока службы водогрейных котлов, магистральных и квартальных тепловых сетей;
- снижение затрат на эксплуатацию котельных и тепловых сетей.

Концепция развития теплоэнергетического комплекса города — это сохранение преимуществ сложившейся инженерной инфраструктуры с приоритетом теплоэнергетической выработки тепловой и электрической энергии.

Стратегия развития ТЭК Санкт-Петербурга

Теплоснабжение. Важнейшими приоритетными направлениями развития систем теплоснабжения Санкт-Петербурга на период до 2010 г. являются:

- реконструкция и расширение действующих ТЭЦ и котельных города;
- повышение надежности и устойчивости систем централизованного теплоснабжения с одновременным снижением себестоимости реализуемой продукции на базе развития, рационализации и модернизации существующих систем;
- реконструкция имеющихся газовых котельных с установкой современного оборудования и переводом их в автоматический режим работы;
- реконструкция и укрупнение угольных котельных с рационализацией механизированных топок и переводом их на более квалифицированные виды топлива;
- создание и ввод экономических систем децентрализованного теплоснабжения и перевод при комплексной реконструкции объектов централизованного теплоснабжения на работу по независимой схеме;
- внедрение прогрессивных технологий при транспортировке теплоносителя от источника к потребителю путем использования труб из коррозионностойких материалов с высокоэффективными типами изоляции, установкой сильфонных компенсаторов, надежной отключающей арматурой;
- внедрение и использование систем частотного регулирования электродвигателей насосного и тягодутьевого оборудования на ТЭЦ, в котельных, тепловых пунктах и насосных перекачивающих станциях;
- реконструкция внутренних систем отопления и горячего водоснабжения с широким применением высокоэффективных пластмассовых трубопроводов, отопительных и санитарно-технических приборов;
- оснащение приборами учета тепловой энергии, регулирующей арматурой и автоматикой центральных и индивидуальных тепловых пунктов, а также отдельных потребителей;
- разработка и внедрение автоматизированной системы регулирования и оптимизации режимов выработки, распределения и потребления тепловой энергии;
- активное развитие и вовлечение новейших систем защиты магистральных и распределительных тепловых сетей от электрохимической и химической коррозии;

- создание систем теплоснабжения на базе альтернативных источников энергии, в первую очередь, теплонасосных установок.

Реализация указанных направлений позволит обеспечить надежное удовлетворение теплотребления промышленности и городского хозяйства, снизить к 2010 г. удельные расходы условного топлива на выработку тепла до уровня 160 кг/Гкал, сократить теплотери при транспортировке до 3–5% от величины теплового потока и уменьшить, таким образом, на 8 % или более себестоимость тепловой энергии. Для реализации сформированных выше задач необходимо техническое перевооружение или ввод новых мощностей на ТЭЦ.

Электроснабжение. Важнейшими приоритетными направлениями развития электроснабжения Санкт-Петербурга на период до 2010 года являются:

- надежное обеспечение электроснабжением промышленности и коммунального хозяйства города от электростанций ОАО “Ленэнерго”, ведомственных ТЭЦ и других источников электроэнергии, расположенных в регионе, в том числе путем увеличения выработки электроэнергии Киришской ГРЭС на газе и вытеснения из баланса города более дорогой покупной электроэнергии с ФОРЭМ;

- техническое перевооружение и расширение действующих ТЭЦ, проводимые на базе ввода в эксплуатацию высокоэффективного электрогенерирующего оборудования в составе парогазовых, паротурбинных и газотурбинных установок, а также демонтажа морально устаревшего и физически изношенного энергооборудования среднего и низкого давления, модернизации турбогенераторов высокого давления;

- дальнейшая оптимизация режимов выработки электрической энергии;

- реконструкция электрических сетей и электроподстанций, в том числе в центральных районах города, а также в местах расположения важнейших объектов жизнеобеспечения Санкт-Петербурга.

Реализация указанных направлений позволит обеспечить надежное удовлетворение электропотребления промышленности и городского хозяйства, снизить к 2010 г. удельные расходы условного топлива на выработку электроэнергии на городских ТЭЦ до уровня 285 г/(кВт×ч), обеспечить надежность электроснабжения и уменьшить себестоимость электрической энергии. Для удовлетворения перспективных электрических нагрузок промышленного и коммунального сектора необходимо обеспечить ввод в эксплуатацию в период до 2010 г. новых электрогенерирующих установок суммарной мощностью 680 МВт и демонтировать электрогенерирующее оборудование суммарной мощностью 290 МВт, в том числе в период до 2000 г. — 30 МВт, 2001...2005 гг. — 260 МВт, 2006...2010 гг. — 390 МВт.

Газоснабжение. Приоритетными направлениями развития газоснабжения Санкт-Петербурга на период до 2010 г. являются:

- повышение надежности и безопасности системы газоснабжения промышленных и коммунально-бытовых потребителей за счет реконструкции в необходимых объемах газовых сетей и оборудования, создания дополнительных

трубопроводных межмагистральных связей, активного использования для резерва подземных газовых хранилищ, в том числе и жидкого метана;

- создание городской автоматизированной системы управления технологическим процессом газоснабжения;

- использование энергии сжатого природного газа в магистральных газопроводах для выработки с помощью турбодетандеров электроэнергии, искусственного холода и жидкого метана.

Реализация указанных направлений позволит обеспечить надежное топливоснабжение промышленности и городского хозяйства, уменьшить потребление электроэнергии на собственные нужды в системе газоснабжения, создать сеть холодильных предприятий, улучшить экологическую обстановку в городе.

Топливоснабжение. Приоритетными направлениями развития топливоснабжения Санкт-Петербурга на период до 2010 г. являются:

- обеспечение в общем городском топливно-энергетическом балансе, исходя из условий энергетической безопасности и экономики региона, оптимального сочетания различных видов топлива: природного газа, мазута, угля, сланцев, торфа, сжиженного газа, дизельного топлива, городского мусора, древесных и других горючих отходов;

- строительство второй нитки газопровода высокого давления к объектам «Центральная ТЭЦ».

В результате осуществления мероприятий по развитию системы топливоснабжения города будет обеспечена возможность поставки в Санкт-Петербург различных видов топлива в требуемых количествах. Необходимые объемы поставок различных видов в Санкт-Петербург на перспективу до 2010 г. составят: в 2002г. – 12000 тыс. т у.т, в 2005г. – 12800 тыс. т у.т, в 2010 – 14000 тыс. т у.т.

В четвертой главе показано, что энергоресурсосбережение является главной задачей формирования ТЭК мегаполиса в современных условиях.

Проводимый Правительством курс экономического развития России направлен на развитие перерабатывающих отраслей и промышленного производства страны. Для восстановления отечественной промышленности и перерабатывающих отраслей необходимо использовать технологии и оборудование, соответствующие современным требованиям. В нашей стране доля стоимости энергии в себестоимости производимого продукта составляет 40...45%, что в несколько раз выше мирового уровня. Удельный расход воды и тепла на одного жителя превышает среднеевропейские нормы в 2...3 раза. Поэтому работы в области рационального использования энергоресурсов особенно актуальны.

При разработке программы энергоресурсосбережения Санкт-Петербурга был использован системный, концептуальный подход, учитывающий реальную ситуацию во всех сферах городского хозяйства и предполагающий поэтапное проведение мероприятий. Первый этап заключается в разработке основ концепции энергосбережения в Санкт-Петербурге, то есть создание необходимого нормативно-правового обеспечения и экономических механизмов для стимулирования внедрения энергосберегающих технологий.

Для этого, начиная с 1996 г. в Санкт-Петербурге были разработана и реализуется Региональная Программа энергоресурсосбережения до 2005 г., утвержденная Постановлением Правительства СПб № 49 «Об основных направлениях по энергосбережению в городском хозяйстве СПб».

Основная цель, на достижение которой было обращено особое внимание, может быть сформулирована следующим образом: получение объективной и достоверной информации о потребляемых энергоресурсах на всех уровнях их учета. Без такой информации, основанной на результатах измерений, выполняемых в соответствии с требованиями Федерального закона «Об обеспечении единства измерений», энергосбережение теряет под собой всякую основу и превращается лишь в лозунг. Сбереечь можно только то, что учитывается. Распоряжением от 28.03.1996 № 267 утвержден график и порядок оборудования водомерными узлами и установки приборов учета количества отпущенной питьевой воды в домах жилищного фонда, находящихся в собственности Санкт-Петербурга, где приборы учета воды отсутствуют или подлежат замене. Второй этап заключается в проведении анализа экономических аспектов энергетического рынка и задействовании экономических механизмов в области учета энергоресурсов.

Отечественный и зарубежный опыт показывает, что вложение денежных средств в энергосберегающие технологии в 3...4 раза эффективнее их инвестирования в развитие новых энергетических мощностей.

Большая проблема заключается в недостаточном финансировании программ энергоресурсосбережения. Как известно, ни в 1998, ни в 1999 годах из федерального бюджета не выделялись средства на осуществление энергосберегающих мероприятий. Начиная с 1998 г. устанавливаются и полностью обеспечиваются бюджетным финансированием лимиты потребления топливно-энергетических ресурсов и воды для предприятий, организаций и учреждений, финансируемых из бюджета Санкт-Петербурга. В 1999 году разработаны Региональные нормативы потребления топливно-энергетических ресурсов и воды для предприятий бюджетной сферы (некоторые из действующих федеральных нормативов нуждались в пересмотре, так как нормы, предусмотренные ними, были значительно выше фактических расходов). По оценкам специалистов, применение Региональных нормативов приведет к дополнительной экономии средств бюджета Санкт-Петербурга в размере 30...50 млн. руб. в ценах 2001 г.

Следующий этап осуществления городской концепции энергоресурсосбережения направлен на тот огромный потенциал, который имеется в области потребления холодной и горячей воды населением. Разработано распоряжение губернатора «О совершенствовании системы оплаты потребителями полученной питьевой и горячей воды». Удельное потребление энергии в Санкт-Петербурге в 3...4 раза выше, чем в развитых странах. Согласно действующим нормативам, среднесуточное потребление холодной воды одним жителем Санкт-Петербурга составляет 220 литров против 70...80 литров, потребляемых в сутки среднестатистическим жителем Западной Европы. Реализация этого распоряжения по-

зволит к 2004 году экономить 1.068 млн. рублей средств городского бюджета в год.

Еще одно важное направление осуществления городской концепции энергоресурсосбережения включает в себя мероприятия по реформированию инженерно-энергетического сектора, создание в энергетике новых инвестиционных механизмов, при ориентировании их на развитие, техническое перевооружение комплекса и его энергоэффективное функционирование. Данное направление является для Правительства Санкт-Петербурга стратегическим, так в целях повышения эффективности функционирования ГУП «Топливо-энергетический комплекс Санкт-Петербурга», Правительством Санкт-Петербурга в апреле 2001 г. рассмотрена и одобрена Концепция реформирования ГУП «ТЭК СПб» на 2001-2004 г.г. Реализация Концепции реформирования ГУП «ТЭК СПб» позволит вывести предприятие из критической ситуации, повысит технические характеристики оборудования, улучшит качество теплоснабжения потребителей, позволит увеличить доходную базу, ликвидировать убытки ГУП «ТЭК СПб», снизить нагрузку на городской бюджет, а также снизить к 2004 году себестоимость 1 Гкал ориентировочно на 8...10%.

В соответствии с Распоряжением губернатора Санкт-Петербурга от 12.09.2000 № 966-р «О дополнительных мерах по энергосбережению при проектировании, строительстве, реконструкции объектов социального назначения в жилищно-коммунальной сфере», начиная с января 2001 года, все объекты нового строительства в городе оснащаются индивидуальными тепlopунктами с использованием закрытой схемы теплоснабжения и автоматическими терморегулирующими устройствами. Для установления механизма экономического стимулирования проведения энергоэффективных мероприятий Комитет по энергетике и Комитет финансов совместно разработали проект положения «Об использовании бюджетных средств, полученных в результате экономии топливно-энергетических ресурсов и воды, от внедрения энергоэффективных мероприятий». Данный документ, разрешающий хозяйствующему субъекту в течение 2-х лет использовать средства, полученные в результате внедрения энергосберегающих технологий, фактически позволит создать фонд энергосбережения для последующего внедрения энергосберегающих мероприятий и привлечения инвесторов для получения «револьверного» эффекта.

В пятой главе рассмотрена концепция формирования ТЭК мегаполиса в современных условиях на примере Приморского района Санкт-Петербурга.

В настоящее время в Приморском районе Санкт-Петербурга наблюдается стабильный рост жилых площадей, как в абсолютном исчислении, так и в расчете на одного человека. Темп промышленного роста в данном районе соответствует экономическим показателям Санкт-Петербурга в целом, который существенно выше общероссийского. Эти факторы обеспечивают постоянный рост нагрузки на систему теплоснабжения района. На ближайшие годы сохранение данной тенденции прогнозируется как официальными службами, так и большинством независимых аналитиков. Целесообразность выбора зоны теплоснабжения Приморского района обусловлена следующими факторами: системе

теплоснабжения Приморского района присущи те же недостатки, что и для всей системы теплоснабжения топливно-энергетического комплекса Санкт-Петербурга. В тоже время, в Приморском районе ведется активное строительство жилья. Рост тепловых нагрузок составит: 2003 г. — 110 Гкал; 2005 г. — 200 Гкал; 2008 г. — 350 Гкал. Реконструкция зоны теплоснабжения Приморского района позволит подключать потребителей (т.е. развивать систему теплоснабжения) по новой схеме теплоснабжения, в результате в дальнейшем не потребуется средств на реконструкцию вновь создаваемых теплоэнергетических мощностей.

Система теплоснабжения Приморского района Санкт-Петербурга представляет собой совокупность 8-ми районных и квартальных котельных ГУП «Топливо-энергетический комплекс Санкт-Петербурга», а также 8 угольных котельных, которые обеспечивают теплом окраины города.

- Установленная мощность теплоисточников — 1414 Гкал/час
- Подключенная нагрузка — 1173 Гкал/ч.
- Потребление тепла в 2000 г. около 2,5 млн. Гкал
- Количество ЦТП — 46 шт.
- Количество тепловых сетей — 313 км
- Дефекты на тепловых сетях составляют 1,87 шт/п.км сети
- Подключено около 1714 зданий

Анализ баланса подключенных тепловых нагрузок и установленных мощностей котельных показывает, что в рассматриваемой системе теплоснабжения Приморского района имеется суммарный избыток установленной тепловой мощности в сравнении с подключенными тепловыми нагрузками в размере 273 Гкал/ч. Однако, исходя из фактического назначения котельных, а также их фактического технического состояния и выданных разрешений, ГУП «ТЭК СПб» вынужден отказывать в подключении жилых домов в новых жилых массивах, так как сегодня имеется дефицит более 200 Гкал/ч. Разрешить это противоречие можно путем проведения частичной реконструкции теплоисточников этого района города и оптимизации их нагрузок. Наряду с подключенными и согласованными нагрузками, для прогнозирования ситуации с теплоснабжением в Приморском районе необходимо учитывать перспективные нагрузки. В 2002-2003 гг. будет исчерпан имеющийся избыток установленной мощности районных котельных. Дальнейший рост тепловых нагрузок должен быть обеспечен:

- соответствующим расширением действующих котельных;
- передачей мощности от Северо-Западной ТЭЦ;
- строительством новых источников теплоснабжения.
- переходом на закрытую по ГВС схему теплоснабжения.

Реконструкцию зоны теплоснабжения Приморского района следует выполнить поэтапно с выделением в первую очередь наиболее окупаемых мероприятий.

Первый этап предполагает перевод котельных на комбинированную выработку тепловой и электрической энергии.

Реконструкция котельных предполагает:

- установку дополнительного котельного оборудования с целью увеличения установленной мощности районной или квартальной котельных для обеспечения покрытия перспективных тепловых нагрузок и нагрузок ликвидируемых групповых котельных;
- внедрение установок различного типа для комбинированного производства теплоты и электроэнергии;
- проведение реконструкции технологических схем котельных с целью обеспечения работы по независимой схеме присоединения систем отопления и закрытой — горячего водоснабжения потребителей;
- внедрение автоматизированных систем управления и регулирования приводов нагнетательных машин (насосы, дымососы и вентиляторы) с использованием преобразователей частоты;
- полную автоматизацию технологических процессов в котельной;
- реконструкцию деаэрационных установок с переводом их работы на перегретую воду;
- внедрение двухконтурной схемы пароснабжения мазутного хозяйства;
- установку приборов нового поколения для измерения, контроля и учета параметров работы котельной;
- установку водоподготовительного оборудования.

Применяя уравнение состояния фазы переменного состава, выведенного для системы $Fe - FeO_y - Fe_2O_3 - H_2O - H_2$ (Федоров С.В., Комаров Е.В., Сёмин Е.Г.):

$$y = \left(\frac{F_1}{T} + F_2 \right) \lg \frac{P_{H_2}}{P_{H_2O}} + \left(\frac{K_1}{T} + K_2 \right) \left(\lg \frac{P_{H_2}}{P_{H_2O}} \right)^2 + \frac{S_1}{T} + S_2 \quad (1)$$

где F_i , K_i и S_i — постоянные для каждого конкретного нестехиометрического оксида, получили уравнение, связывающее степень нестехиометрии FeO_y от парциального давления кислорода:

$$y = \frac{K}{4} (\lg P_{O_2})^2 - \left(\frac{F}{2} + KD \right) \lg P_{O_2} + FD + KD^2 + S \quad (2)$$

где $D = -\frac{12639,05}{T} + 2,319$,

а также оценочного уравнения для определения значения рН по мере увеличения глубины окисления металла:

$$pH = 5,956/y \quad (3)$$

Предложенные в результате проведенного исследования переход на закрытую систему, водоподготовку, обескислороживание и корректировку рН позволят резко снизить процессы коррозии, образования отложений в котлах и трубопроводах тепловой сети, а следовательно, и увеличить срок службы, уменьшить расходы топлива, электрической энергии и воды.

Предлагается выполнить реконструкцию имеющихся и строительство новых тепловых сетей в целях повышения надежности теплоснабжения в районе. Планируется строительство соединительных трубопроводов (закольцовывание) между котельными ГУП «ТЭК Санкт-Петербурга», Северо-Западной ТЭЦ и ведомственными источниками тепла, а также строительство трубопроводов тепловой сети для закрытия некоторых групповых котельных, расположенных в данном районе. Перевод на закрытую схему присоединения ГВС потребителей. В качестве эффективного средства для увеличения отпуска тепла и повышения надежности теплоснабжения следует рассматривать переход на закрытую по ГВС схему теплоснабжения.

Закольцовка теплоисточников и тепловых сетей предполагает строительство соединительных трубопроводов (закольцовывание) между различными котельными предприятия и ведомственными источниками тепла, реконструкция имеющихся тепловых сетей.

Это позволит оптимизировать эффективность загрузки инженерно-энергетического оборудования системы, повысить надежность теплоснабжения, обеспечить круглогодичное теплоснабжение (горячее водоснабжение) потребителей, перевести процесс теплоснабжения на качественно новый уровень: когда каждый потребитель, в зависимости от необходимости и платежеспособности, сможет регулировать количество, качество и временной промежуток теплопотребления. Весь комплекс этих мероприятий позволит снизить потери тепла с 15...20 до 8...10%, повысить надежность теплоснабжения и рационально загрузить установленное оборудование. Реконструкция систем теплопотребления предусматривает закрытие ЦТП и строительство в отапливаемых зданиях автоматизированных индивидуальных тепловых пунктов (ИТП).

На втором, завершающем этапе реконструкции планируются к выполнению мероприятия, обеспечивающие дальнейший рост перспективных нагрузок и вывод из эксплуатации и возможную дальнейшую реконструкцию Чернореченской котельной, полный переход на закрытую схему теплоснабжения по ГВС, прокладку магистральных теплопроводов между Северо-Западной ТЭЦ и котельными Приморского района и другие мероприятия.

В частности, предлагается выполнить:

- реконструкцию зоны теплоснабжения Чернореченской котельной;
- реконструкцию 8 угольных котельных (12 Гкал) в пригородах Приморского района;
- реконструкцию системы центрального отопления и ГВС потребителей с применением энергоэффективных технологий, оборудования и материалов;
- прокладку магистральных теплопроводов между Северо-Западной ТЭЦ и котельными Приморского района.

Преимущества перехода на новую систему теплоснабжения:

- снижение себестоимости реализуемого тепла на 25...30%;
- снижение удельного потребления тепла на 25...30%;
- снижение удельного расхода условного топлива на 3...4%;
- снижение затрат на приобретение электроэнергии;
- исключение случаев «перетопа» в осенне-весенний периоды;
- возможность подключения дополнительной нагрузки за счет экономии тепловой энергии и уменьшения объема ввода дополнительных мощностей;
- снижение расходов тепла на собственные нужды котельных;
- увеличение срока службы водогрейных котлов, магистральных и квартальных тепловых сетей;
- сокращение количества тепловых сетей в сети (ГВС от ЦТП);
- снижение затрат на эксплуатацию котельных и тепловых сетей;
- улучшение экологической обстановки в данном микрорайоне;
- использование зданий 46 ЦТП в коммерческих целях.

Капитальные затраты и экономическая эффективность. Оценки показали, что реализация мероприятий первого этапа потребует вложения средств в объеме 1884 млн. руб., при этом суммарный экономический эффект составит 326,5 млн. руб. в год на период реализации проекта с учетом динамики индекса потребительских цен. Ожидается, что произойдет снижение себестоимости реализуемой тепловой энергии по котельным Приморского района ориентировочно на 27%.

Разработано четыре варианта бюджета денежных потоков для возврата инвестиций. Общим допущением для всех вариантов принято:

- сумма привлеченных средств 1880 млн. руб., в том числе 1-й год заимствования - 900 млн. руб., 2-й год заимствования - 980 млн. руб.;
- срок возврата инвестиций определяется с момента начала реализации инвестиционного проекта;
- при отсутствии утвержденной тарифной политики для ГУП «ТЭК Санкт-Петербурга», в расчетах денежных потоков используется прогнозная оценка динамики индекса потребительских цен;
- экономический эффект от снижения себестоимости:
 - 1-й год — 10 %;
 - 2-й год — 20 %;
 - 3-й и последующие годы — 27 %;
- при расчете бюджета денежных потоков принята действующая система налогообложения;
- при расчете обслуживания долга принята единая ставка процентов по кредиту.

Оптимальным вариантом финансирования проекта является вариант, предполагается на 5 лет увеличить уровень рентабельности ГУП «ТЭК Санкт-Петербурга» на 3 %. В этом случае погашение кредита и обслуживание долга предусматривается за счет чистой прибыли ГУП «ТЭК СПб», полученной от

реализации тепловой энергии в зоне инвестиционного проекта, а также дополнительной чистой прибыли предприятия.

Основные выводы

1. На основе системного подхода сформулированы и разработаны основные направления развития и рационализации ТЭК в геоэкологической системе «литосфера – техногенно-измененная литосфера – инженерная инфраструктура города – биота (человек)», обеспечивающие устойчивость биосоциума и уменьшение деградиционных процессов в литосфере (техногенно-измененной литосфере), комфортность проживания и уменьшение социальной напряженности в мегаполисе.

2. Разработаны концептуальные основы формирования основных направлений развития ТЭК мегаполиса в современных условиях в целях надежного и качественного энергоснабжения населения, промышленности и городского хозяйства.

3. Установлено, что эффективное решение социальных, экономических и социальных проблем функционирования и развития ТЭК мегаполиса в современных рыночных условиях будет достигнуто посредством реконструкции существующей системы энергоснабжения мегаполиса при приоритетном решении вопросов энергоресурсосбережения, резко снижающих процессы деградации в литосфере.

4. Определено поэтапное формирование экономической, социальной, правовой и нормативной сфер для обеспечения реализации обоснованных концептуальных приоритетов и задач стратегической энергетической политики и проведены прогнозные оценки качественной динамики формирования объемов потребления энергоресурсов с оценкой критериев и параметров обеспечения энергетической безопасности Санкт-Петербурга.

5. Доказано, что состояние системы функционирования ТЭК мегаполиса в настоящее время лишь частично соответствует современным требованиям. Основными причинами низкого уровня функционирования ТЭК являются:

- высокий уровень морально и физически устаревшего оборудования ТЭЦ и котельных, а также энергосетевого хозяйства города, темпы обновления которого ниже темпов его старения;
- низкий уровень автоматизации процессов производства, транспортировки и, особенно потребления энергоресурсов;
- существенное снижение объемов финансирования, реконструкции и капитального ремонта основного энергетического оборудования и сетевого хозяйства.

6. Предложен комплексный подход в сфере реализации программы энергоресурсосбережения, состоящий в разработке и издании правовых актов, создающих социально-экономическую основу заинтересованности потребителей в рациональном использовании энергоресурсов.

7. Разработан алгоритм развития ТЭК города, развития службы систем контроля и диагностики состояния оборудования, выборочной замены ненадежных элементов, внедрения новых энергоэффективных технологий с определением поэтапной реконструкции и обновления инженерных сетей и базового оборудования ТЭК в соответствии со стратегическим планом развития Санкт-Петербурга и России в целом.

8. Дан анализ энергоснабжения крупного мегаполиса на примере Санкт-Петербурга с позиций энергетической и экологической безопасности.

9. Предложенная концепция формирования ТЭК мегаполиса положена в основу реализуемого проекта реконструкции и развития системы теплоснабжения Приморского района Санкт-Петербурга, разработана многовариантная модель привлечения инвестиций для реализации этого проекта, позволяющего обеспечить снижение себестоимости поставки тепла до 30%.

10. Разработанная в программе стратегия развития и реконструкции системы теплоснабжения Приморского района во многом репрезентативна как для других районов Санкт-Петербурга, так и для крупнейших городов страны.

ПУБЛИКАЦИИ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

Основные положения диссертации опубликованы в следующих работах:

1. Делюкин А.С., Меделец П.К., Трегубов А.И. Начальный этап создания интегрированной геоинформационной системы городского хозяйства // Материалы IV междунар. конф. «Региональная информатика-95», Ч.1, 1995, С. 174-175.

2. Делюкин А.С., Овчинникова С.К., Трегубов А.И., Яковлев В.А., Семин Е.Г. Технология управления недвижимостью города: Уч. пособие. СПб.: Изд-во СПбГТУ, 1996, 63 с.

3. Делюкин А.С., Семин Е.Г., Овчинникова С.К., Трегубов А.И., Хлыстиков С.Р., Мосин А.И. Автоматизированные многоступенчатые решетки каскадного типа для очистных сооружений Санкт-Петербурга // Научно-технические ведомости СПбГТУ. 1997, № 1-2 (7-8). С. 79-84.

4. Делюкин А.С., Зенцов В.Н., Трегубов А.И., Овчинникова С.К., Яковлев В.А., Семин Е.Г. Топливо-энергетический комплекс города: Уч. пособие. СПб.: Изд-во СПбГТУ, 1999. 59 с.

5. Делюкин А.С., Зенцов В.Н., Овчинникова С.К., Яковлев В.А., Семин Е.Г. Совершенствование методологии эколого-системного подхода к проектированию городской транспортной инфраструктуры: Уч. пособие. СПб.: Изд-во СПбГТУ, 1999. 104 с.

6. Делюкин А.С. Основные направления развития топливно-энергетического комплекса Санкт-Петербурга на период до 2010 года // Информационный бюллетень «Теплоэнергоэффективные технологии». 2000, № 4. С. 13-16.

7. Делюкин А.С. Инженерно-энергетический комплекс Санкт-Петербурга // Энергонадзор-информ. 2000, №10. С. 56-57.

8. Делюкин А.С. Приоритеты и перспективы развития энергетики Санкт-Петербурга // Энергонадзор-информ. 2000, № 3. С. 31-33.
9. Делюкин А.С. Энергосбережение и реформа жилищно-коммунального хозяйства – первоочередные задачи Администрации Санкт-Петербурга // Энергосбережение. 2000, № 3. С. 17-19.
10. Делюкин А.С. Энергоресурсосбережение в городском хозяйстве Санкт-Петербурга. Результаты и проблемы // Информационный бюллетень «Тепло-энерго-эффективные технологии». 2000, № 2. С. 13-16.
11. Делюкин А.С. Энергетические проблемы Санкт-Петербурга и их решение // Строительное обозрение. 2000, № 8 (47). С. 21-23.
12. Делюкин А.С. Внедрение приборного учета потребления энергоресурсов в бюджетной сфере Санкт-Петербурга // Сб. статей и докладов 12-ой Междунар. конф. «Коммерческий учет энергоносителей». СПб.: Изд-во ИЦ «СПб». 2000, С. 28-30.
13. Delyukin A. On principal trends in the development of power engineering of St Petersburg until the year 2010 // Industry Kompass Saint-Petersburg. Power engineering. Edition 1(13), 2001. P.16-21.
14. Делюкин А.С., Парахневич М.В., Аверьянов В.К., Алексеев Н.Н., Миткевич О.А., Михайлов А.Г., Тютюнников А.И. Организационно-технические аспекты управления энергопотреблением в зданиях бюджетной сферы // Информационный бюллетень «Теплоэнергоэффективные технологии». 2001, № 1. С. 15-17.
15. Делюкин А.С. Основные направления концепции энергоресурсосбережения // Инженерные системы АВОК – Северо-Запад. 2001, № 2. С.23-25.
16. Делюкин А.С., Яковлев В.А., Семин Е.Г. Анализ энергопотребления Санкт-Петербурга // Материалы междунар. науч.-практич. конф. «Технология энергосбережения, строительство и эксплуатация инженерных систем». СПб.: Изд-во СПбГТУ, 2000. С.74-78.
17. Делюкин А.С., Канаев А.Н., Опейкин В.Ф., Поляков А.И., Зенцов В.Н., Семин Е.Г. Развитие приборов и систем учета энергоресурсов // Материалы междунар. науч.-практич. конф. «Технология энергосбережения, строительство и эксплуатация инженерных систем». СПб.: Изд-во СПбГТУ, 2000. С.96-97.
18. Делюкин А.С., Яковлев В.А., Семин Е.Г. Состояние нормативно-правового обеспечения энергетического комплекса Санкт-Петербурга // Материалы междунар. практич. конф. «Энергосбережение и эксплуатация инженерных систем». СПб.: Изд-во СПбГТУ, 2000. С. 74-78.
19. Делюкин А.С. Об основных направлениях по энергосбережению в городском хозяйстве Санкт-Петербурга // Материалы междунар. науч.-практич. конф. «Технология энергосбережения, строительство и эксплуатация инженерных систем». СПб.: Изд-во СПбГТУ, 2000. С. 78-81.
20. Делюкин А.С. Прогноз потребления энергоресурсов в Санкт-Петербурге // Материалы междунар. практич. конф. «Энергосбережение и эксплуатация инженерных систем». СПб.: Изд-во СПбГТУ, 2000. С. 71-74.

21. Делюкин А.С., Канаев А.И., Зенцов В.Н., Семин Е.Г. и др. Развитие приборов и систем учета энергоресурсов // Жизнь и безопасность. 2000, № 1-2. С. 176-179.
22. Делюкин А.С., Семин Е.Г., Новиков М.Г., Иванова И.С. Утилизация промывных вод фильтровальных сооружений на водоочистных станциях // Безопасность и экология. Ч.2. СПб.: Изд-во СПбГТУ, 1999. С. 168-169.
23. Делюкин А.С., Семин Е.Г., Яковлев В.А., Данилевич Я.Б. Об основных направлениях развития энергетики Санкт-Петербурга до 2010 года // Тез. докл. науч.-практич. конф. «Муниципальное управление и современные информационные технологии». М.: Изд-во РМА, 2001. С. 13-15.
24. Делюкин А.С., Фролова О.В., Яковлев В.А., Семин Е.Г., Данилевич Я.Б. Внедрение приборного учета – как первоочередная мера при реализации основных направлений по энергосбережению в городском хозяйстве Санкт-Петербурга // Энергонадзор-информ. 2001, № 4. С. 24-26.
25. Делюкин А.С. Концепция реконструкции систем теплоснабжения Приморского района Санкт-Петербурга // Тез. докл. XVI конф. «Москва-энергоэффективный город» и I междунар. симп. «Энергетика крупных городов», 2001. С. 17-23.
26. Делюкин А.С., Розова Е.Е., Фролова О.В., Яковлев В.А., Семин Е.Г., Данилевич Я.Б. Разработка механизма о порядке исчисления размера оплаты за полученную потребителями питьевую и горячую воду и сброшенные сточные воды / Под общ. ред. акад. РАН Данилевича Я.Б. СПб.: Изд-во ОЭЭП РАН, 2001. 35 с. (Препр. / ОЭЭП РАН; 2001-05).
27. Делюкин А.С. и др. Руководящие материалы Администрации Санкт-Петербурга / Под общ. ред. акад. РАН Данилевича Я.Б. Т.1. СПб.: Изд-во ОЭЭП РАН, 2002. 68 с. (Препр. / ОЭЭП РАН; 2002-03).
28. Делюкин А.С. и др. Руководящие материалы Администрации Санкт-Петербурга. Под общ. ред. акад. РАН Данилевича Я.Б. Т.2. СПб.: Изд-во ОЭЭП РАН, 2002. 50 с. (Препр. / ОЭЭП РАН; 2002-04).

Лицензия ЛР № 020593 от 07.08.97

Подписано в печать 19.02.2002 г. Объем в п.л. 1,5

Тираж 120. Заказ № 105

Отпечатано с готового оригинал-макета,
предоставленного автором,
в типографии Издательства СПбГТУ
195251, Санкт-Петербург, Политехническая ул., 29