

На правах рукописи

Лукьянец Анатолий Алексеевич

**ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ
РЕШЕНИЙ В УПРАВЛЕНИИ ЭНЕРГОСНАБЖАЮЩИМИ
ОРГАНИЗАЦИЯМИ**

Специальность

05.13.01 – Системный анализ, управление и обработка
информации (отрасль: энергетика)

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени
доктора технических наук

Томск 2006

Работа выполнена в Томском государственном университете систем управления и радиоэлектроники (ТУСУР)

Официальные оппоненты: доктор технических наук, профессор
Силич Виктор Алексеевич

доктор технических наук, профессор
Горохов Владимир Леонидович

доктор технических наук, профессор
Сущенко Сергей Петрович

Ведущая организация – ИСЭМ СО РАН, г. Иркутск

Защита диссертации состоится « 29 » ноября 2006 года в 15 часов на заседании диссертационного совета Д 212.269.06 при Томском политехническом университете по адресу: 634034, г. Томск, ул. Советская, 84.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Томского политехнического университета

Автореферат разослан « » 2006 г.

Ученый секретарь
диссертационного совета
Д 212.269.06, к.т.н., доцент _____ М.А.Сонькин

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность работы

Проблемы эффективного производства, использования и сбережения энергетических ресурсов изучаются и решаются сегодня на международном, национальном и региональном уровнях.

Актуальность и особая значимость этих вопросов для обеспечения устойчивого развития общества в целом и каждого региона в отдельности определяет необходимость их глубокой и детальной проработки на методологическом и практическом уровнях с позиций взаимосвязанности и специфичности задач и интересов населения и экономики регионов.

За годы экономических реформ в нашей стране в сфере энергетики возникли новые сложные производственные, экономико-социальные и экологические задачи, для эффективного решения которых необходимо использовать новые методы и модели управления с учетом передового опыта.

В настоящее время в ряде российских и международных организаций выполнены и реализуются международные программы по сотрудничеству в сфере энергоэффективности и энергосбережения. В настоящее время результаты их реализации, в том числе и информационные ресурсы, не взаимоувязаны, не объединены и не взаимодействуют. Это не позволяет эффективно активизировать их при решении новых задач, реализации новых проектов. Однако следует отметить, что первым этапом реализации любых проектов, научно-технических программ, мероприятий является этап концептуального проектирования с соответствующим информационно-аналитическим сопровождением. Кроме того, для получения полных, своевременных и объективных управленческих решений в сфере энергетики необходимы базы данных и знаний в этой области, включающие в себя как мониторинговую информацию (учетную, экспертную, измерительную), так и нормативно-методические и нормативно-правовые знания, а также информационные технологии, обеспечивающие поддержку принятия решений как органам власти разных уровней, так и руководству энергоснабжающих организаций (ЭСО).

Поэтому одним из приоритетных направлений развития энергетики следует считать создание информационных технологий интеллектуальной поддержки решений для управления энергоснабжающими организациями.

Большой вклад в разработку проблем управления системами энергетического и коммунального комплекса с использованием экономико-математических методов и моделей, измерительно-вычислительных и экспертных систем и информационных технологий внесли такие ученые как Беляев Л.С., Воропай Н.И., Кононов Ю.Д., Малахов В.А., Макаров А.А., Макаров В.Л., Мелентьев Л.А., Подковальников С.В., Прокопчина С.В., Санеев Б.Г., Стенников В.А., Суслов Н.И., Шапот Д.В., Федяев А.В. и др. Исследования взаимовлияния энергетики и экономики проводятся в ряде научных организаций страны, в том числе ИЭИ РАН, ИСЭМ СО РАН, ИЭОПП СО РАН, ИПУ РАН, ЦЭМИ РАН и др.

Однако, как показывает обзор современного состояния использования информационных технологий управления энергетикой и коммунальным комплексом, приведенный в работе, в настоящее время отсутствуют информационные системы аналитического типа для принятия управленческих решений в условиях значительной неопределенности информации и риска, что характеризует реальные условия функционирования ЭСО. Мало ведется исследований, оценивающих зависимости результатов функционирования и развития ЭСО от проводимой государством тарифной и инвестиционной политики в условиях проводимых реформ энергетики и коммунального хозяйства.

В связи с вышесказанным, актуальным является формирование концептуальных основ управления энергоснабжающими организациями и построение системы информационных технологий для анализа и прогнозирования результатов влияния тарифов на регулируемые энергоресурсы на социально-экономическое развитие региона, расходы бюджетов и уровень платежей населения за коммунальные услуги.

Целью данной работы является разработка научно обоснованных технических и технологических решений по созданию и использованию информационных технологий, обеспечивающих поддержку принятия решений по развитию энергоснабжающих организаций для обеспечения энергетической безопасности территории, выработке эффективной тарифной и инвестиционной политики для энергетического и коммунального секторов экономики.

Основными задачами работы являются:

1. Формирование концептуальных основ управления ЭСО и построение на этой основе интеллектуальных информационных технологий поддержки решений.
2. Создание и адаптация моделей функционирования и развития ЭСО как сложных объектов на основе методов системного анализа, байесовских интеллектуальных технологий, когнитивных и имитационных моделей.
3. Создание и ведение энергетических паспортов по каждой ЭСО в регионе, а также баз данных нормативно-правовых документов, нормативов, стандартов и инвестиционных проектов для разработки программ развития коммунальной инфраструктуры территориального образования, реализации технологии формирования тарифов для ЭСО, их публичного обсуждения.
4. Создание информационной технологии ведения мониторинга, учета, энерго- и финансового аудита деятельности ЭСО.
5. Создание и использование технологии ситуационного центра для расчетов тарифов для ЭСО и комплексного анализа влияния установленных тарифов на социально-экономическое развитие региона.
6. Создание и использование методических и учебных пособий для обучения и трансфера знаний по управлению ЭСО.

Объектом исследования являются проблемы эффективного производства, использования и сбережения топливно-энергетических ресурсов.

Предметом исследования является система управления объектами энергетического и коммунального комплекса в условиях их реформирования.

Методы исследований. Теоретическая часть работы выполнена на основе методов теории управления, системного анализа, математической статистики, теории нечетких множеств и регуляризирующего байесовского подхода, принципов и подходов международных стандартов и рекомендаций в сфере управления, энергетики и коммунального комплекса.

Экспериментальная часть работы выполнена на основе байесовских интеллектуальных технологий, когнитивных и имитационных моделей прогнозирования с применением методологии искусственного интеллекта, нечетких систем. Использовались интеллектуальные программные средства, реализованные на современной компьютерной базе.

Для решения поставленных задач использовались современные методы экономической статистики, методы многомерной статистики.

Исходные теоретико-методологические посылки, используемые в ходе подготовки диссертации, основываются на трудах большого числа как отечественных, так и зарубежных исследователей: Беляева Л.С., Кононова Ю.Д., Максимова В.И., Нариньяни А.С., Непомнящего В.А., Ногина В.Д., Прокопчиной С.В., Суслова Н.И., Шапота Д.В., Ансофа И., Заде Л., Масаловича А., Робертса Ф., Скурихина В.И., Хофмана Д., Форрестера, Эйкхоффа П. и др.

Информационная база исследований включает научные источники в виде данных и сведений из книг, журналов, материалов научных конференций, статистических материалов органов региональной статистики, отчетов и информационных материалов ЭСО, аудиторских заключений, нормативно-правовых документов, стандартов, нормативов, результаты собственных расчетов и обоснований.

Научная новизна

В диссертационной работе предложен оригинальный научно-обоснованный подход к созданию информационной технологии поддержки управляющих решений для функционирования и развития ЭСО на основе эффективной тарифной и инвестиционной политики с использованием системы взаимосвязанных моделей. Изложены научно-обоснованные технические и технологические решения : методы, алгоритмы и информационно-аналитические системы, внедрение которых вносит значительный вклад в повышение энергобезопасности регионов и предприятий и обеспечивает предсказуемость влияния тарифов для ЭСО на социально-экономическое развитие территории.

Получены следующие основные результаты, обладающие научной новизной:

1. Впервые сформулированы принципы и требования к созданию системы поддержки управляющих энергетических решений как информационной технологии.

2. Разработана методика синтеза алгоритмов построения структуры измеряемых и интегральных показателей для оценки состояния энергоснабжающей организации, что позволяет агрегировать разнородные показатели, получаемые из разных источников информации.

3. Предложены информационные технологии байесовских интеллектуальных измерений (БИИ) для определения влияющих факторов и для управления энергетической ситуацией в условиях риска и неопределенности, что позволяет сформировать единое пространство свойств ЭСО и среды их функционирования.

4. Предложена методика системного анализа проблем в энергетике региона с помощью совмещения SWOT-анализа и STEPLE-анализа (усовершенствованного для отрасли энергетики PEST- анализа) и технология когнитивного анализа тарифообразования в энергетике региона, что повышает достоверность результатов и увеличивает спектр источников информации для ее обработки.

5. Предложена модель формирования розничного рынка электроэнергии для региона, позволяющая рассчитать балансы рынка электроэнергии, доходы ЭСО, тарифы на электроэнергию в разрезе зон региональных энергетических рынков и конечных потребителей.

6. Разработаны когнитивные и имитационные модели в составе ситуационного центра регулирующих органов, позволяющие рассчитывать влияние тарифов в энергетике и коммунальном комплексе на экономику региона и уровень жизни населения.

7. Предложена информационная технология формирования топливно-энергетического баланса, включающей решение задачи по оптимизации топливного баланса для муниципальных образований региона.

Практическая ценность

Практическая ценность результатов работы состоит в том, что их применение позволяет решать следующие актуальные задачи:

1. Обеспечить синтез структуры показателей ЭСО как объекта управления и их оценку.

2. Производить достоверную оценку и контроль технического, экономического и финансового состояния ЭСО.

3. Строить динамические модели для оценки и анализа конечных и интегральных показателей состояния энергоснабжающих организаций и эффективности использования энергоресурсов, позволяющие определить необходимую валовую выручку и тарифы.

4. Вести анализ последствий реализации тарифной политики в энергетике региона и определять уровни воздействия управляемых факторов тарифной политики на итоговые показатели развития основных отраслей экономики и уровень жизни населения Томской области.

5. Формировать топливный баланс региона, основанный на реальных данных теплоснабжающих предприятий, потребностях поселений в топливно-энергетических ресурсах и возможностях их финансовых ресурсов.

8. Формировать и вести энергетический паспорт ЭСО, территории на уровне муниципального образования, региона.

9. Осуществлять формирование экспертных заключений вариантов тарифов, различных аналитических зависимостей, планов и отчетности,

используя базы данных в виде паспортов ЭСО и соответствующие программные системы.

10. Использовать разработанные методы и модели управления ЭСО для обучения студентов ВУЗов и повышения квалификации менеджеров ЭСО и представителей органов власти муниципального уровня.

Применение предлагаемых в диссертационной работе информационно-аналитических систем поддержки решений для реализации и развития планирования производства и сбыта коммунальных услуг, оптимизации топливно-энергетического баланса имеют большую практическую значимость для решения задач тарифной и инвестиционной политики. Они используются регулирующими органами, органами власти разного уровня, инвесторами, администрациями энергоснабжающих организаций.

Положения, выносимые на защиту

1. Принципы управления объектами энергетики и коммунального хозяйства в условиях реформирования и задачи информатизации управления энергоснабжающими организациями.

2. Модели и структуры показателей и методики их синтеза для оценки состояний и управления функционированием и развитием энергоснабжающих организаций на основе регуляризирующего байесовского подхода, обеспечивающие адекватное представление объекта и системы управления в условиях неопределенности, активного влияния среды и рисков.

3. Принципы и информационные технологии процессов энергомониторинга, энергоаудита и принятия управленческих решений на уровне региона и его бизнес-единицы - предприятия как единого процесса управления энергоресурсами с целью обеспечения энергоэффективности и энергобезопасности.

4. Методы системного анализа выявления проблемных ситуаций в управлении региональным энергетическим и коммунальным хозяйством, информационные технологии анализа влияния тарифной политики на социально-экономическое положение региона.

5. Принципы построения и информационные технологии для обеспечения работы регионального ситуационного центра для формирования тарифной политики в энергетическом комплексе региона.

6. Программные системы для решения задач региональной энергетики: модели и методы расчетов расходов населения и бюджета за коммунальные услуги, топливно-энергетического баланса, моделирования структуры розничного рынка электроэнергии, расчета тарифов на энергоресурсы.

Реализация результатов работы

Результаты работы внедрены и использовались:

- администрацией Томской области при разработке Концепции и Программы модернизации основных фондов ЖКХ Томской области на 2005 – 2010 гг.;
- региональной энергетической комиссией Томской области при формировании и ведении паспортов ЭСО, для разработки методических

материалов подготовки данных и для реализации информационной технологии формирования экспертного заключения по установлению тарифов для ЭСО;

- ОАО «Томсктрансгаз» для отработки информационной технологии энергообследования предприятия как типовой структуры линейно-производственного управления магистральным газопроводом;

- ОАО «Томскэнерго» для исследования динамики розничного рынка электроэнергии в Томской области при реформировании отрасли энергетики, моделирования затрат и формирования тарифов;

- ФГУП «Сибирский химический комбинат» для расчетов вариантов разделения энергетического комплекса предприятия при его акционировании, моделирования затрат и формирования тарифов;

- ОАО «Томские коммунальные системы» для моделирования затрат ЭСО и формирования тарифов;

- администрацией Томского района Томской области при разработке муниципального энергетического плана и инвестиционной программы района;

- некоммерческим Фондом развития региональной энергетики (г.Томск) при создании пакета программ «Boiler's» для загрузки и ведения паспортов теплоснабжающих организаций, расчета тарифов по тепловой энергии.

Результаты исследований использованы в учебном процессе на кафедре экономики и управления городским хозяйством Томского государственного архитектурно-строительного университета при подготовке студентов по специальности 080502 «Экономика и управление на предприятии (городское хозяйство)», а также при переподготовке специалистов для энергоснабжающих организаций и органов местного самоуправления Томской области.

Апробация работы

Основные положения диссертационной работы докладывались и обсуждались на следующих научно-технических конференциях:

международном научно-практическом совещании ассоциации «Сибирское соглашение»: опыт решения «Проблемы 2000» в регионах России. Томск 1999; III всероссийском совещании: энергосбережение и энергетическая безопасность регионов России. Томск 2002; международной конференции по мягким вычислениям, 25-27 июня 2002, Санкт-Петербург 2002; Российско-Американском форуме «Реформирование естественных монополий. Законодательство. Инвестиции», Вашингтон, 21-24 октября 2003; всероссийской конференции «Энергетика и предприятие: перспектива развития экономических отношений в условиях реформирования РАО ЕЭС России», Новосибирск 2003; всероссийской конференции: математические и информационные технологии в энергетике, экономике, экологии. Иркутск 2003; V всероссийском совещании: энергосбережение и энергетическая безопасность регионов России. Томск 2004; международной конференции по мягким вычислениям, 17-19 июня 2004, Санкт-Петербург 2004; международной конференции «Прикладные методы информатики в третьем тысячелетии» Казань 29-30 сентября 2004; международной конференции «Интеллектуальные технологии в экономике и бизнесе» 17-19 июня, Санкт-Петербург 2004; IV международной конференции

«Современная электроэнергетика – 2005», Санкт-Петербург 2005; международной конференции по мягким вычислениям, 27-29 июня 2005, Санкт-Петербург 2005; международном форуме «Рациональное природопользование», 6-8 сентября 2005, Москва 2005; VI всероссийском совещании: энергоэффективность, энергосбережение и энергетическая безопасность регионов России, 16-17 ноября 2005, Томск 2005; международной конференции по мягким вычислениям, 27-29 июня 2006, Санкт-Петербург 2006.

Публикации

По теме диссертации опубликовано 72 печатных работы, включая 5 монографий, 49 статей и 18 публикаций тезисов и докладов в трудах всероссийских и международных конференций, конгрессов и симпозиумов. Основные научные результаты диссертации опубликованы в 12 статьях в журналах, рекомендуемых ВАК для опубликования научных результатов диссертаций на соискание ученой степени доктора наук.

Личный вклад

Основные результаты диссертационной работы получены автором лично, как в индивидуальных исследованиях, так и при участии в работах, в которых развивались основные модели и методы совершенствования управления ЭСО.

Структура и объем диссертации

Диссертационная работа состоит из введения, пяти глав и заключения, списка литературы и четырех приложений. Общий объем работы – 378 страниц, включая 148 рисунков и 32 таблиц.

КРАТКОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении обосновывается актуальность проведенных исследований, приводятся цель и задачи работы, используемые методы исследований, формулируется научная новизна и практическая ценность полученных результатов, приводятся сведения о результатах внедрения и использования, сведения о публикациях, объеме и структуре диссертации.

В первой главе диссертационной работы рассмотрена проблема поддержки процессов принятия управленческих решений в энергетике с использованием математических моделей, отображающих процессы мониторинга предприятий, их энергетического и финансового аудита и управления в условиях собственных и внешних рисков и неопределенности информации. В работе представлен обзор проблем управления энергетикой в условиях реформирования и сформулированы основные актуальные направления и задачи развития энергетической сферы.

На основании проведенных исследований международных документов и разработок предложены понятия «энергобезопасность региона и предприятия» как концептуальный базис для реализации систем управления ЭСО в реальных условиях хозяйствования.

Сформулированы основные задачи информатизации региональной энергетики и энергоснабжающих организаций в соответствии с основными направлениями энергетики, которые представлены на рис. 1.

Предложена концепция представления ЭСО как сложных объектов, функционирующих в условиях рисков и неопределенности. Определены типы и свойства источников и потребителей энергетической информации, а также - показатели и критерии оценки состояния энергоснабжающих организаций. Показана взаимосвязь процессов энергомониторинга, энергоаудита и принятия управленческих решений на уровне региона и его бизнес-единицы - предприятия как единого процесса управления энергоресурсами с целью реализации принципов энергосбережения, энергоэффективности и энергобезопасности. Показана необходимость разработки и сформулированы требования к системам поддержки принятия энергетических решений.

В работе рассмотрена типовая структура системы управления, реализующая указанные требования и процессный подход к управлению в энергетике. Произведен обзор существующих методов, программных средств на соответствие указанным требованиям.

Определено, что приоритетным подходом к решению задач управления ЭСО является использование когнитивных и имитационных моделей, регуляризирующего байесовского подхода (РБП), позволяющих реализовать информационные технологии управления сложными техногенными объектами в условиях значительной неопределенности.

Разработанные в диссертации информационные технологии служат как для сбора, интеграции, уточнения информации, так и для анализа, аудита, выработки рекомендаций и поддержки управленческих решений. Для адаптации этих систем к реальным условиям конкретного предприятия требуются определенные методические и процедурные разработки, привязывающие предметную область пользователя к стандартным структурам данных и знаний, принятых в этих системах. В работе приводится обоснование разработки алгоритмов синтеза логических структур, измеряемых и интегральных показателей, для оценки технического, финансового и экологического состояния, рисков и ситуаций в ЭСО, а также процедур конструирования моделей трендов и динамики основных показателей деятельности ЭСО.

Во второй главе на базе байесовских интеллектуальных измерений и технологий (БИИ, БИТ) и байесовской методологии для метрологического контроля и управления риском в условиях значительной информационной неопределенности разрабатываются модели систем управления ЭСО и энергетического сектора региона.

Автором рассмотрены методологические аспекты построения моделей и информационных технологий мониторинга, аудита и управления ЭСО на основе БИТ.

В работе развивается концепция мониторинга энергообъектов как единого измерительного процесса с полным метрологическим обоснованием этапов и решений о характеристиках объектов мониторинга (ОМ) и его состояния в целом при статическом и динамическом режимах функционирования.

Основное уравнение байесовских интеллектуальных измерений записывается в виде (для момента времени $t = t_i$):



Рис.1. Основные задачи информатизации региональной энергетики

$$\{h_l | MX_l\} = \{\arg \min C[\varphi_{jl}(x_l | y_l)]\}; y_l = \{A_l; O_l; M_l\}; \quad (1)$$

где $\{h_l\}$ - список результатов БИИ, апостериорная достоверность каждого из которых определяется значением вероятности P_k ;

C - оптимизирующее решающее правило выбора решения h_l по алгоритму φ_{jl} из множества алгоритмов Φ_j при наборе экспериментальных данных x_l , условия реализации измерения y_l , состоящие из метрологических требований M_l , априорной информации A_l и ограничений O_l из соответствующих множеств X_{ll} , M_L , A_L , O_L .

Результатами таких измерений могут быть значения, функциональные зависимости, решения о состоянии энергообъекта и необходимости регулирующих, корректирующих, предупреждающих мероприятий, интерпретация энергетических ситуаций, обеспеченные полным метрологическим сопровождением в виде комплексов метрологических характеристик, включающих показатели точности, надежности и достоверности. Мониторинг энергетической системы и ее окружающей среды предполагает комплексные исследования состояния техногенных, природных и социальных объектов, которые, являясь разнообразными по масштабам, физическим, географическим и другим свойствам, обладают некоторой общностью, состоящей в представлении этих объектов в виде сложной системы, активно взаимодействующей со средой своего окружения. Появляется возможность разработки конкретных структур информационно-аналитических и экспертных систем для поддержки и принятия эффективных управляющих решений.

В работе выделены следующие основные этапы создания системы поддержки управленческих энергетических решений на основе БИИ: определение объекта мониторинга и его модели, адекватной в рамках поставленных ограничений и цели мониторинга; создание баз априорных данных и знаний ЭСО и среды его функционирования; разработка алгоритмов и измерительных шкал БИИ с учетом специфики объекта и модели мониторинга на основе баз знаний и метрологических требований к результатам мониторинга; создание информационной технологии реализации процесса мониторинга средствами БИИ и вариантов ее технического воплощения; создание концепции информационной поддержки управленческих решений на основе мониторинга ЭСО на соответствующем уровне (региональном или муниципальном).

Первоочередным и одним из самых сложных вопросов мониторинга является создание модели контролируемого объекта. Основными факторами, учитываемыми в модели энергетического мониторинга, являются производственные (S_a), природные (S_b) и социальные (S_c) факторы энергосистемы при наличии обобщенного списка ограничений $\{O\}$. К числу ограничений по управлению могут быть отнесены ограничения из-за противодействия других компонентов энергосистемы, существующих норм законодательства, ресурсно-техничко-экономических и пространственно-временных ограничений. Адекватная модель S_{yl} сложного территориально-энергетического комплекса с учетом специальных факторов может быть записана в виде:

$$S_{yl} = S_{al} * S_{bl} * S_{cl} \{O_{\phi l}\}, \quad (2)$$

$$S = \{h_i\}, i = \overline{1, k}$$

где * - символ байесовской свертки, реализуемой по формуле:

$$P(h_z | x_i | Y_i) = \frac{P(h_{k-1} | x_{k-1} | y_{k-1}) \cdot P(h_k | x_k | y_k)}{\sum_{j=1}^K P(h_{j-1} | x_{j-1} | y_{i-1}) \cdot P(h_j | x_j | y_j)} \quad (3)$$

Эта модель может быть записана в виде совокупного результата БИИ:

$$\{h_k | \{MX\}_k\}_l = \{\arg \min C[\varphi_l(\{x\}_l | y_l)]\} \quad (4)$$

где φ_l - алгоритм решения задачи формирования управленческих рекомендаций; y_l - условие реализации измерения, набор экспериментальных данных x_l .

Основные требования к модели определяются свойствами самого территориально-энергетического комплекса.

Для моделей БИИ требование иерархичности выполняется и модель h_{kl} представляется в виде формальной записи:

$$h_{kl} = \left(\begin{matrix} n \\ * \\ h_{il} \end{matrix} \right) * \left(\begin{matrix} m \\ * \\ h_{jl} \end{matrix} \right) \quad (5)$$

$$i = 1 \quad j = 1$$

где n и m определяют количество уровней иерархии объекта энергосистемы в горизонтальном и вертикальном направлениях соответственно.

Метрологическая обеспеченность модели объекта (2) отражается в форме кортежа комплексов метрологических характеристик (КМХ) в виде

$$\begin{aligned} \{MX\}_{kl} &= \{MX\}a_l * \{MX\}b_l * \{MX\}c_l \\ \{MX\}_{kl} &= \{\xi_{kl}; V_{kl}; P_{kl}\} \end{aligned} \quad (6)$$

где ξ_{kl} - точность результата БИИ,

V_{kl} - надежность, определяемая по уровням ошибок 1 и 2 рода;

P_{kl} - байесовская апостериорная достоверность результата БИИ, определяемая по формуле, аналогичной (3).

Согласно концепции мониторинга результатами мониторинга могут быть: значение параметра; аналитический вид функциональной зависимости; системы аналитических зависимостей, определяющих состояние ОМ; лингвистические значения и выражения, определяющие выводы и решения относительно свойств и их состояний для энергосистем и энергетических ситуаций; рекомендации по обеспечению устойчивого функционирования энергосистемы.

Учет априорной информации разного типа предлагается производить в процессе построения сопряженных числовых и лингвистических шкал БИИ для определения состояния основных показателей и состояния объекта.

Абстрактная модель динамического объекта может быть рассмотрена при выделении фактора времени в виде множества $\{t_l\}$, $l = \overline{1, L}$, $t \in T$ с отношением порядка, что соответствует концепции динамического объекта:

$$G^M = \{Q_{iG}\} * \{Q_{iE}\} * \{Q_{iO}\} * \{t_l\} \quad (7)$$

При выделении из множества свойств объекта мониторинга какого-либо одного его свойства, можно получить динамику поведения этого свойства в виде (9). При этом остальные его свойства и связанные с ними свойства среды функционирования переходят в разряд ограничений.

Модель вида (9) позволяет изменять в процессе мониторинга не только контролируемые свойства объекта, но и отношения между ними, расширяя их круг по мере познания объекта. В виду этой способности модели видоизменяться с получением новых возможностей мониторинга, определим ее как динамическую или модель с динамическими ограничениями (МДО).

Средний риск решений для динамических БИТ-решений (регуляризованных байесовских оценок) может быть записан в виде:

$$R(h, x, t) = \prod_{l=1}^{l_1} R_l(h, x, t_l) | Y(t_l) | t = t_l \quad (8)$$

где $[t_l; t_n]$ - временной интервал, в течение которого проводятся БИИ.

Подобно вероятностным решениям все показатели качества и риск определяются на основе использования лингвистических сопряженных шкал. Для лингвистической информации или лингвистических решений формулы для вычислений показателей комплексов МХ аналогичны, что позволяет вычислять

показатели качества и риски для интегральных характеристик, например, разнообразных индексов и индикаторов в прикладных задачах.

Таким образом, концепция мониторинга сложного территориально-производственного комплекса при байесовском подходе к представлению модели объекта измерений (ОИ) объединяет частные методики в единую структуру измерительных преобразований, представляя процесс мониторинга последовательностью этапов подготовки, проведения измерений и проверки адекватности их результатов при обеспечении требований к качеству решений согласно уравнению (1).

В главе предлагается методика разработки информационной технологии БИИ задач мониторинга и поддержки управленческих энергетических решений. Отличительной стороной разработанной в диссертации методики является ее обобщающая индуктивно-дедуктивная логика, которая позволяет рассматривать ОИ в составе среды его функционирования (СФ). Это дает возможность строить иерархические шкалы БИИ, которые отражают всю совокупность свойств такой сложной системы, выделяя главное как ОИ и остальные как СФ, что обеспечивает решение широкого круга прикладных задач мониторинга и аудита.

В третьей главе работы рассмотрено приложение методологии РБП и БИТ для реализации процесса энергомониторинга, энергоаудита и генерации управленческих рекомендаций на примере энергохозяйства линейно-производственного участка магистрального газопровода (ЛПУ МГ) и котельных. Получены следующие результаты.

1. Определен состав сбалансированных показателей для проведения энергоучета и энергоаудита предприятия.

Структура показателей в виде деревьев факторов реализуется с использованием алгоритмов реляционных отношений, разработанных автором на базе технологии байесовских интеллектуальных измерений и байесовской методологии для метрологического контроля. Например, фактор «тепловые нагрузки котельной» определяется в виде (9).

$$Q_{2,5}^{(O)} = ((*_{j=1}^{2(Og_1)} q_{2,5,j}^{(O)}) (*_{j=3}^{4(Og_1)} Q_{2,5,j}^{(O)}) (*_{j=5}^{6(Og_1)} q_{2,5,j}^{(O)})) \quad (9)$$

где

$q_{2,5,1}$ – выработка тепла – конечный фактор;

$q_{2,5,2}$ – отпуск тепла с коллекторов – конечный фактор;

$Q_{2,5,3} = (Q_{2,5,3,1} * q_{2,5,3,2})$ – полезный отпуск,

$Q_{2,5,3,1}$ – внешние потребители, $q_{2,5,3,2}$ – собственное потребление;

$Q_{2,5,3,1} = q_{2,5,3,1,1}$; здесь $q_{2,5,3,1,1}$ – население для внешних потребителей. $Q_{2,5,4} = (q_{2,5,4,1} * q_{2,5,4,2})$ – потери в тепловых сетях,

$q_{2,5,4,1}$ – потери в теплосетях в %, $q_{2,5,4,2}$ – потери в теплосетях, выражаемые в Гкал/год; $q_{2,5,5}$ – расчетная тепловая нагрузка котельной;

$q_{2,5,6}$ – собственные нужды котельной;

Дальнейшая детализация модели структуры показателей достигается за счет синтеза по разработанным методикам структуры измеряемых и интегральных показателей (модель системы факторов) для оценки состояния, рисков и ситуаций в деятельности ЭСО.

2. Разработана критериальная основа для проведения энергоаудита .

3. Разработана структура шкал с динамическими ограничениями (ШДО) для реализации энергомониторинга и энергоаудита (рис.2).

Результаты решений БИТ представляется в качестве реперов шкал с меняющимися свойствами согласно поступающей информации. Шкала БИТ при изменении свойств и структуры показателей объекта является шкалой с динамическими ограничениями. ШДО является двумерной шкалой, по одной оси которой откладываются значения показателя в числовой или лингвистической формах, по другой – степень достоверности результата.

4. Получены расчетные зависимости и построены динамические модели для конечных и интегральных показателей состояния энергохозяйства предприятия и эффективности использования энергоресурсов для предприятия.

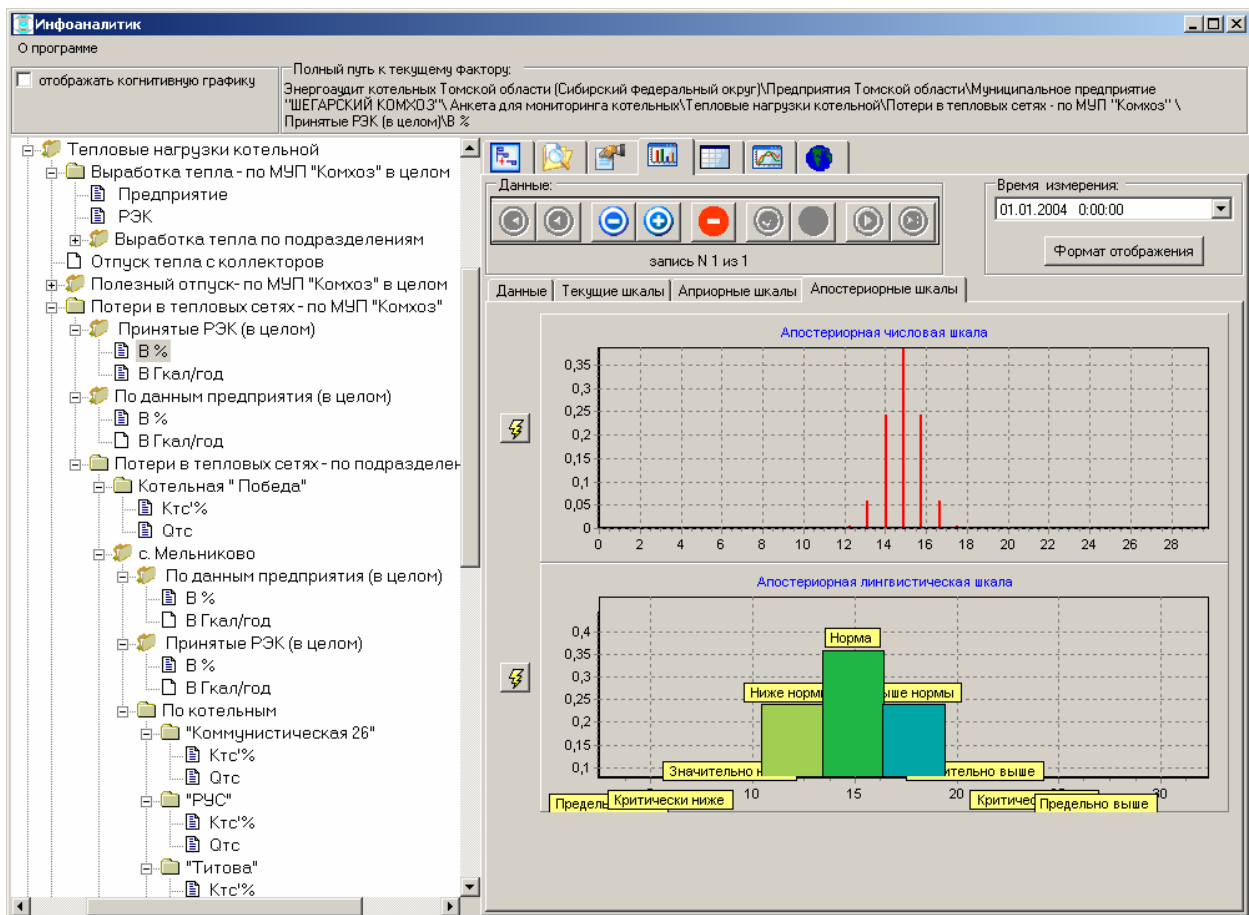


Рис. 2. ШДО по показателю «Потери в тепловых сетях по МУП “КОМХОЗ” в целом в процентах - $q_{4,1,2,4,4,1,1}^{(0)}$ - принятые РЭК в %»
 Диапазон значений: нижнее значение – 0; верхнее значение – 29,8; норма – 14,9.

5. На основе реализации моделей с использованием средств ИАС «Энергоаналитик» сформулированы выводы и получены рекомендации для повышения энергоэффективности предприятия.

Для исследования проблем управления и, прежде всего, проблем тарифообразования в коммунальном комплексе в диссертационной работе предлагается технология, включающая этапы: выделение участников проблемы тарифообразования; генерация множества факторов проблемной ситуации, определяемых участниками тарифообразования; ограничение множества факторов и их ранжирование по важности в соответствии с целями управления на основе предложенного STEPLE-анализа (Society, Technology, Economy, Policy, Legislation, Ecology); уточнения категории факторов; сравнения текущих значений факторов с желаемыми и определение желаемых уровней развития отраслей коммунального комплекса, для чего по STEPLE-факторам в соответствии с их категориями производится сбор и обработка статистической информации, определяются желаемые уровни развития отраслей коммунального комплекса (пример построения оценки уровня развития отраслей коммунального сектора для районов Томской области приведён на рис.3); уточнения сильных и слабых сторон факторов для участников тарифообразования с использованием SWOT-анализа; определения направления и силы влияния факторов (построение графа взаимовлияния факторов для создания моделей управления – табл.1).

Таблица 1

Представление результатов системного исследования проблемной ситуации

№	Элемент объекта анализа, О	Определяемые факторы, F	Категория, С	Тип	Направление и характер воздействия	
					Возможность	Угроза
1.	Элемент 1	F1	S	сильный	Элемент 2, Элемент 1	-
		F3	El	Слабый	Элемент 1	-
		F4	En	Слабый	-	Элемент 3
2.	Элемент 2	F2	P	сильный	Элемент 1	-
		F5	L	сильный	-	Элемент 3
3.	Элемент 3	F6	T	Слабый	-	Элемент 2

Здесь: $\langle O_1, \dots, O_k \rangle$ - множество элементов, составляющих объект анализа;

$\langle F_1, \dots, F_n \rangle$ - множество факторов, участвующих в формировании проблемной ситуации;

категория фактора – социальный (S), технологический (T), экономический (En), политический (P), законодательный (L), экологический (El);

тип фактора – сильная, слабая сторона соответствующего элемента;

направление и характер воздействия – множество элементов для которых данный фактор является возможностью или угрозой.

На основе выделенных факторов строятся модели управления коммунальным комплексом и ЭСО.

Исследование особенностей формирования тарифов для ЭСО и их влияния на потребителей ведется с использованием когнитивного анализа и имитационного моделирования, для чего используется методология взаимовлияющих фондовых потоков. В работе представлена модель с дополнительными возможностями по расчету доходов населения и тарифов на жилищно-коммунальные услуги (ЖКУ) для прогнозирования влияния тарифной политики в коммунальном секторе на уровень жизни населения Томской области.

В модели рассматривается два возможных варианта развития ситуации на период до 2010 года:

1) инерционный сценарий – рост тарифов на ЖКУ незначительно опережает рост доходов населения региона, что по сути дела означает развитие ситуации в соответствии с тенденциями последних лет;

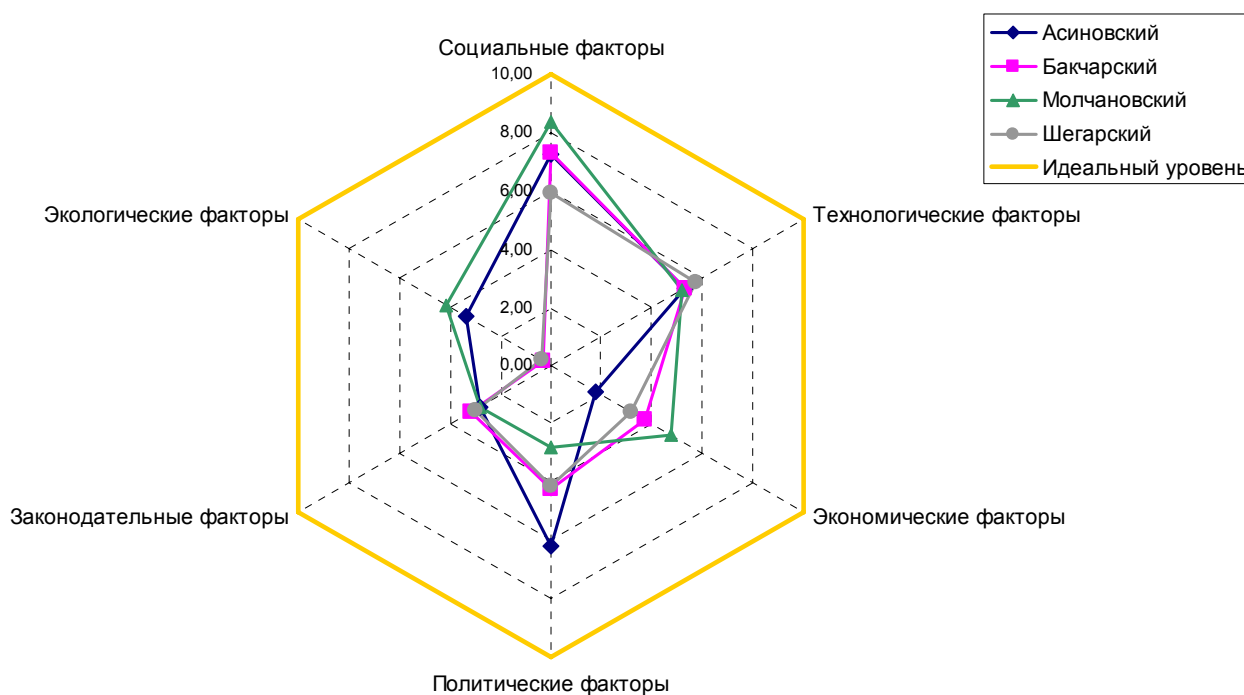


Рис.3. Оценка районов Томской области по STEPLE-факторам развития коммунального сектора

2) оптимистичный сценарий – рост доходов населения, начиная с 2006 года, будет опережать рост тарифов, что может быть достигнуто только за счёт введения жёстких ограничений и привязки изменения тарифов к инфляции (15-16% в год).

Результаты сценарных прогнозов показывают, что в случае сохранения существующих тенденций роста тарифов на ЖКУ и доходов населения в Томской области к 2010 году значительно увеличится количество домохозяйств

с долей расходов на ЖКУ выше стандарта в 22%. Эти домохозяйства автоматически становятся потенциальными получателями субсидий. В том случае, если сверхнормативные расходы на ЖКУ данных домохозяйств будут компенсироваться из бюджета региона, то объём выплачиваемых субсидий к 2010 году возрастет более чем в 3,5 раза до 1293 млн. рублей (рис.4).

Если будут выполняться предположения инерционного сценария, то доля расходов населения Томской области на ЖКУ будет расти независимо от уровня доходов домохозяйства (рис.5).

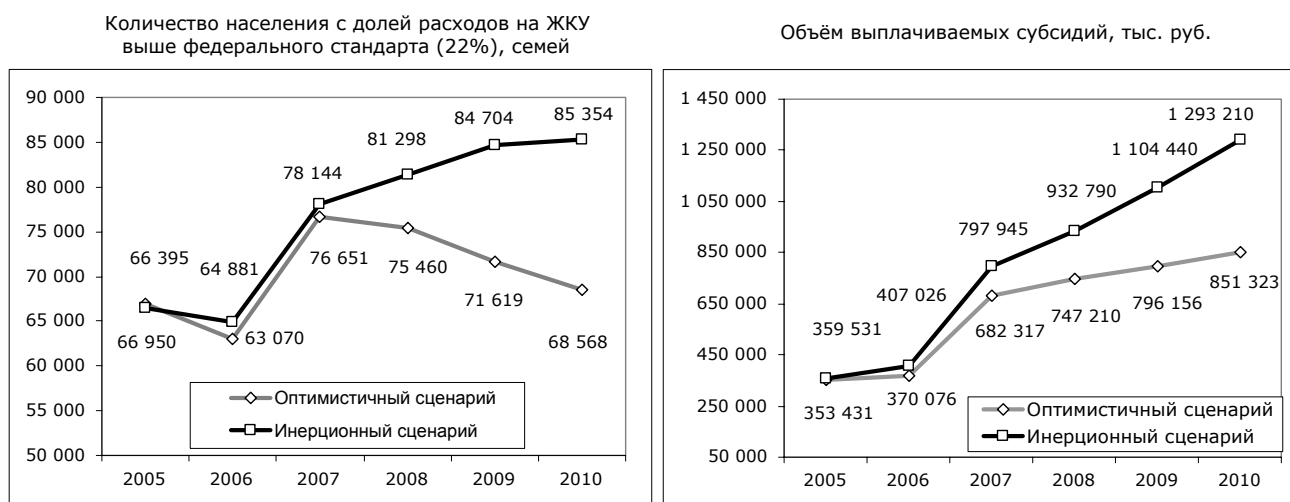


Рис.4. Прогноз количества потенциальных получателей и объёма необходимых субсидий в Томской области

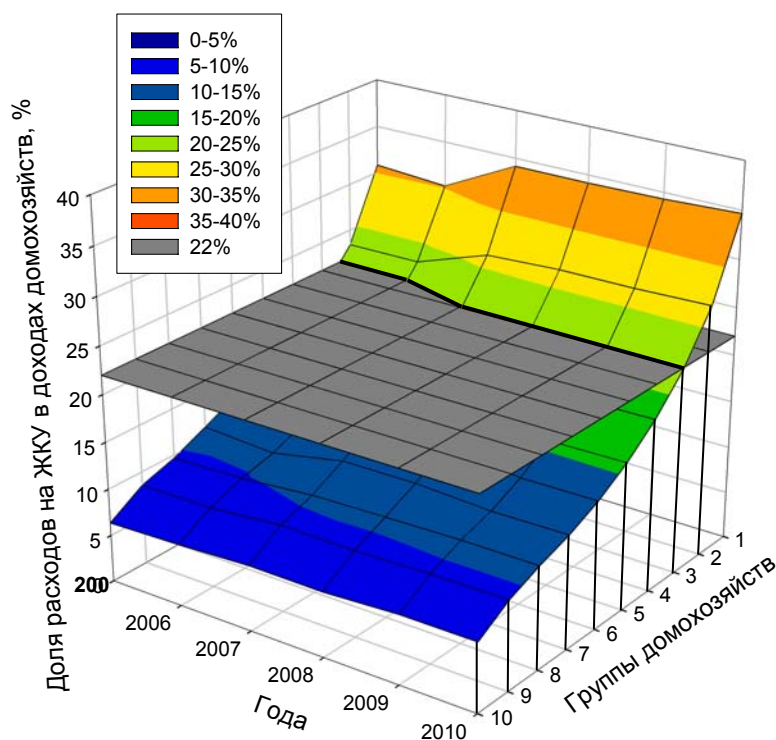


Рис.5. Прогнозная доля расходов на ЖКУ в доходах домохозяйств

При этом более обеспеченные классы населения пострадают меньше, так как для них изменение доли расходов на ЖКУ в доходах на 1-2% не критично. Прежде всего, опережающий рост стоимости ЖКУ негативно скажется на бедном населении, у которого, несмотря на меньшее потребление ЖКУ, доля расходов на данные услуги может возрасти до значений выше 20%.

В главе 4 разработаны информационные технологии для управления региональной энергетикой с использованием комплекса математических моделей и реализации механизмов тарифного регулирования, позволяющие обеспечить моделирование функционирования и развития региональной энергетики в ситуационном центре региональной энергетической комиссии (РЭК) Томской области и получение оценки ее влияния на социально-экономическое положение региона. В ходе работы получена обобщённая схема применения интеллектуальных информационных технологий применительно к процессам тарифного регулирования в энергетике и коммунальном секторе, которая приведена на рис.6.

В рамках данной схемы предусмотрены такие способы поддержки управления ЭСО в рамках решения задач по формированию тарифов: обработка и анализ исходных данных для тарифообразования, выявление зависимостей и причинно-следственных взаимосвязей возникновения проблемных ситуаций, построение моделей тарифообразования, оценка инвестиционной ёмкости отраслей, моделирование деятельности ЭСО, построение прогнозов и сценариев развития ситуаций, выработка стратегий управления в энергетике и коммунальном секторе.

После проведенного когнитивного и структурного анализа знаний о проблемной области, осуществляется настройка моделей на особенности методов тарифообразования. и переход на уровень сценарного планирования, для чего используются возможности имитационного моделирования. На основании построенных моделей и заданных параметров моделирования рассчитываются несколько вариантов новых тарифов. В минимальном варианте это может быть оптимистичный и пессимистичный сценарии.

В работе рассмотрены информационные технологии, обеспечивающие решение задач: расчёт и анализ инвестиционной привлекательности объектов коммунального сектора, прогнозирование развития рынка энергии и коммунальных услуг с помощью имитационных моделей, анализ воздействия тарифной и инвестиционной политики в энергетике и коммунальном секторе на социально-экономическое развитие региона.

Применение систем имитационного моделирования имеет приоритетное значение, когда необходимо оценить последствия принятия управленческих решений в энергетике и коммунальном секторе, построить прогнозы развития отраслей, дать ответ на вопрос типа «Что будет, если...?». Фрагменты моделей, построенные с помощью систем имитационного моделирования, приведены на рис.7.

При реализации модели рынка энергии выделены следующие уровни иерархии: уровень фреймов – описание связей между субъектами регионального рынка энергии; уровень моделей – наличие взаимовлияния между

факторами тарифной, инвестиционной политики и другими факторами; уровень подмоделей и массивов – расшифровка причин возникновения связей между факторами, вариация значений факторов; уровень формального описания – математические выражения, определяющие связи между факторами.

Основными задачами, решению которых способствует имитационная модель формирования тарифов в разрезе зон энергетических рынков, являются:

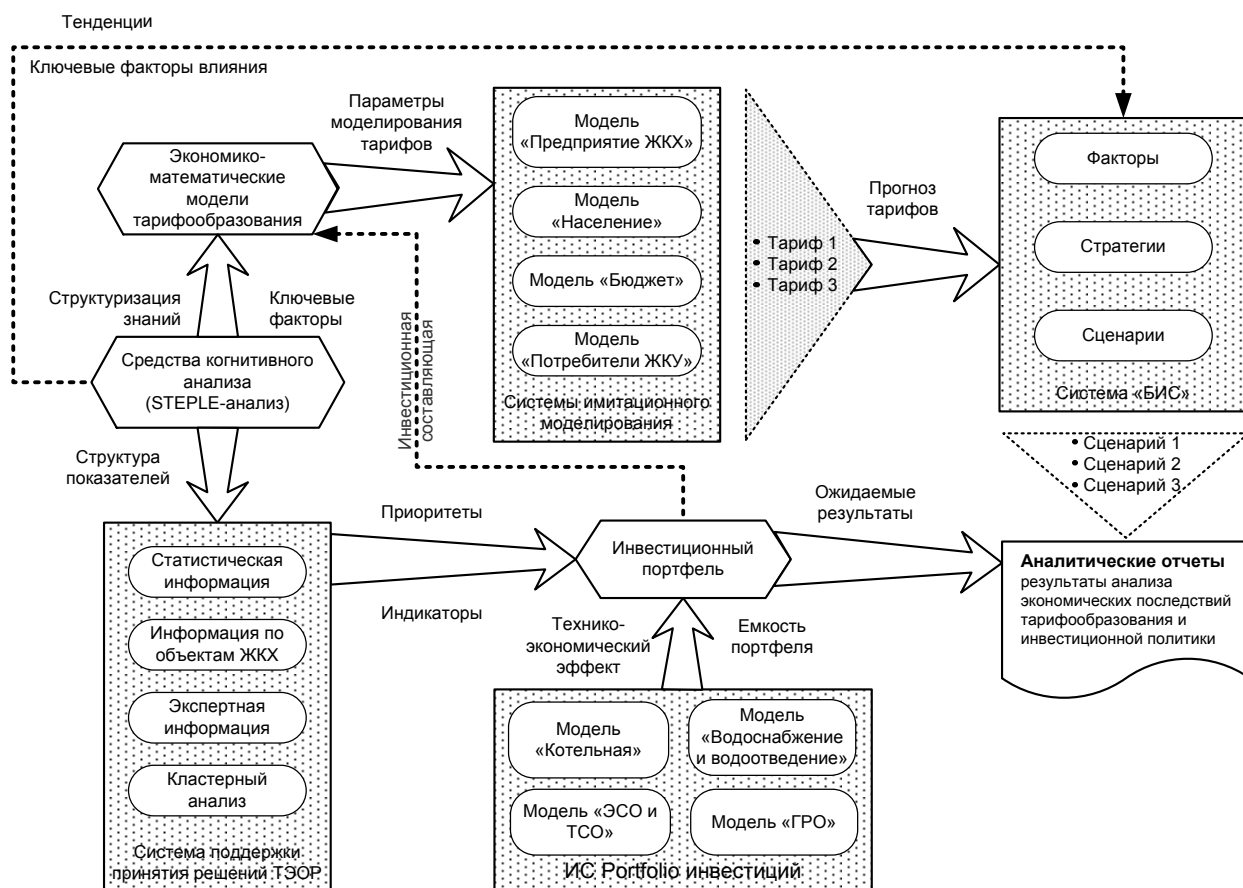


Рис. 6. Общая схема применения перспективных информационных технологий в деятельности тарифных регулирующих органов и т.д.

- расчет энергетического баланса рынка;
- оценка альтернатив поставки электроэнергии потребителям;
- расчёт доходов энергоснабжающих организаций;
- расчёт тарифов на электроэнергию в разрезе зон региональных энергетических рынков;
- анализ влияния структуры энергетического баланса на тарифы для потребителей;
- учет вероятностных факторов в процессе формирования тарифов;
- прогноз динамики тарифов в будущих периодах.

Модель включает следующие типовые элементы (рис.8): узел поставки электрической энергии (генерирующая компания или оптовый рынок), узел расчета полезного отпуска электроэнергии из сети с учетом потерь, узел учета собственного потребления электростанций, узел учета суммарных поставок

энергии в определенную зону, тарифы узлов поставки, тарифы за услуги федеральной энергосистемы. Один из сценариев развития регионального розничного рынка (инерционный сценарий развития) приведен в табл. 2 (уровни роста тарифов в сравнении с 2004 годом).

Таблица 2

Заданные уровни роста тарифов

Параметр	2005	2006	2007
Дефлятор НВВ	10%	8,0%	6,0%
Т _{ФОРЭМ}	10%	8,0%	6,0%
Т _{СП}	8%	6,8%	5,0%
Тариф для бюджетных потребителей	20%	15,0%	10,0%
Тариф для населения	15%	12,0%	10,0%

Полученные темпы роста для группы прочие потребители в сравнении с населением и бюджетными потребителями приведены на рис.9.

Сравнение рассчитанных абсолютных значений тарифов, приведенных на рис.10, свидетельствует о том, что при заданных в сценарии темпах роста тариф для населения остается значительно ниже среднего тарифа продажи подзоны МУП «ГЭС» ЗАТО Северск и МУП «ЖКХ Самусь». А тот факт, что тариф для прочих потребителей остается значительно более высоким, чем тариф продажи подзоны, свидетельствует о сохранении перекрестного субсидирования населения. Бюджетные потребители в рамках рассмотренного сценария после 2005 года не получают перекрестного субсидирования

Предложенная в работе общая схема применения информационных технологий в деятельности тарифных регулирующих органов в виде ситуационного центра, обеспечивает весь цикл принятия управленческих решений и обеспечивает реализацию процедуры формирования тарифов с выработкой компромиссного решения, основанного на требованиях заинтересованных участников процесса тарифообразования. Основным отличием ситуационного центра от традиционных систем автоматизации управления, является возможность просчёта и анализа последствий ряда управленческих решений с использованием модели предметной области..

Опираясь на принятую классификацию, в качестве типа реализуемого ситуационного центра был выбран, стратегический, то есть ориентированный на сложные, масштабные, ответственные задачи, направленные на структурную и функциональную перестройку системы или на стратегический анализ ее развития. Состав ситуационного центра сформирован, исходя из задач тарифной политики в энергетике и коммунальном секторе, и представлен следующими блоками: информационная система, аналитический блок, блок визуализации.

В аналитическом блоке выделены следующие факторы взаимовлияния энергетики и бюджета региона, отраслей экономики, населения и производителей энергии. Для проведения анализа экономического

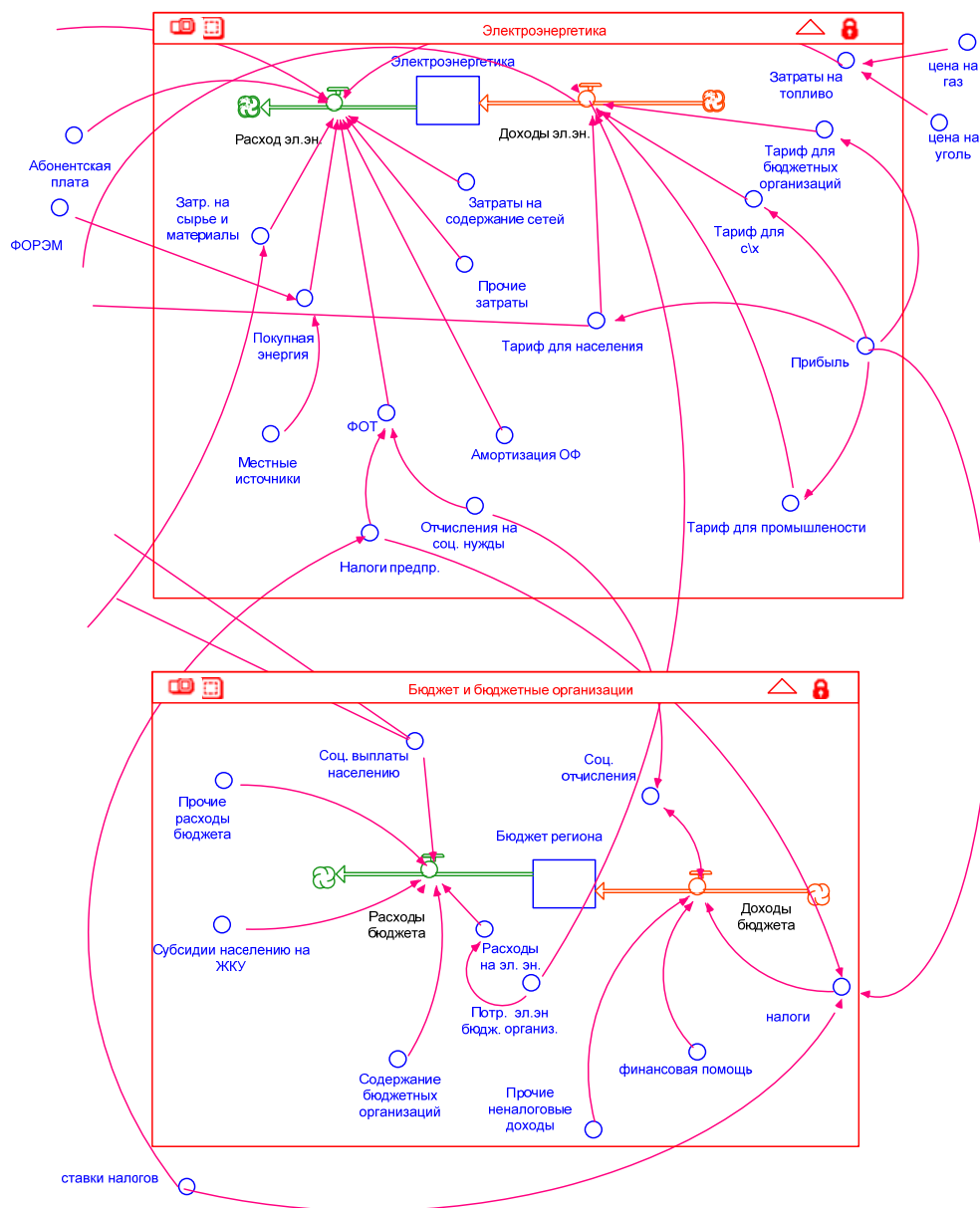


Рис.7. Фрагмент имитационной модели рынка энергии

положения участников коммунального сектора построены модели «Население», «Отрасли экономики», «Бюджет», «Производители энергии» и взаимосвязаны с блоком формирования тарифов согласно схеме (рис.11).

Далее дано краткое описание составляющих аналитический блок моделей и результатов их применения.

Модель «Бюджет региона»

Процесс регулирования тарифов на региональном уровне непосредственно связан с принятием бюджета на очередной финансовый год. Статьи расходов федерального и местного бюджетов зависят от тарифов на энергию, установленных регулируемыми органами. Модель предполагает учёт следующих факторов : оплата потреблённой энергии бюджетными организациями, льготы населению по оплате электрической и тепловой энергии, субсидии населению на оплату электрической и тепловой энергии, компенсации

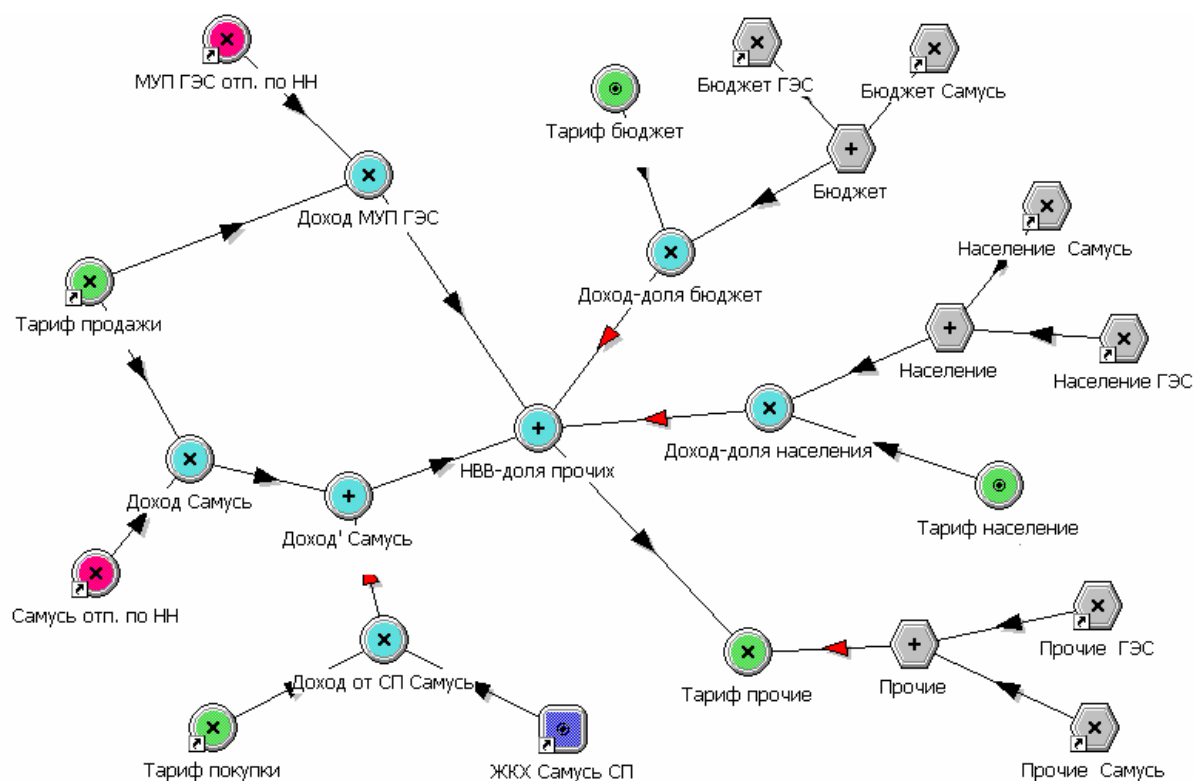


Рис.8. Фрагмент сетевой модели формирования тарифов на электроэнергию

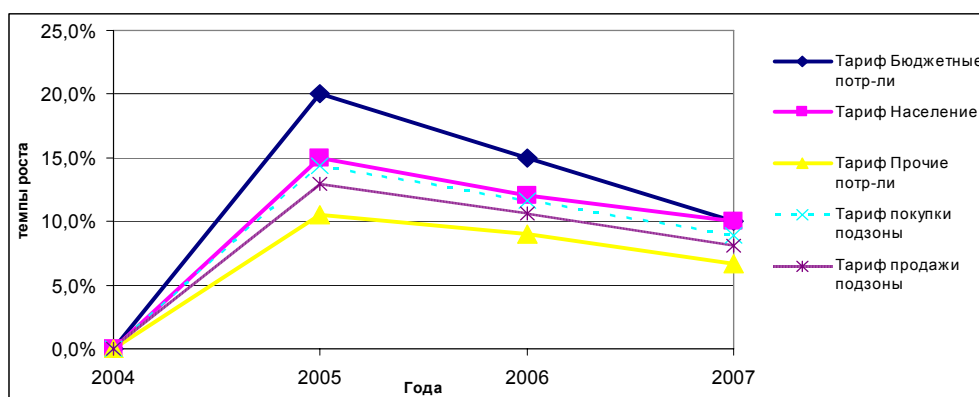


Рис.9. График темпов роста тарифов по годам (инерционный сценарий)

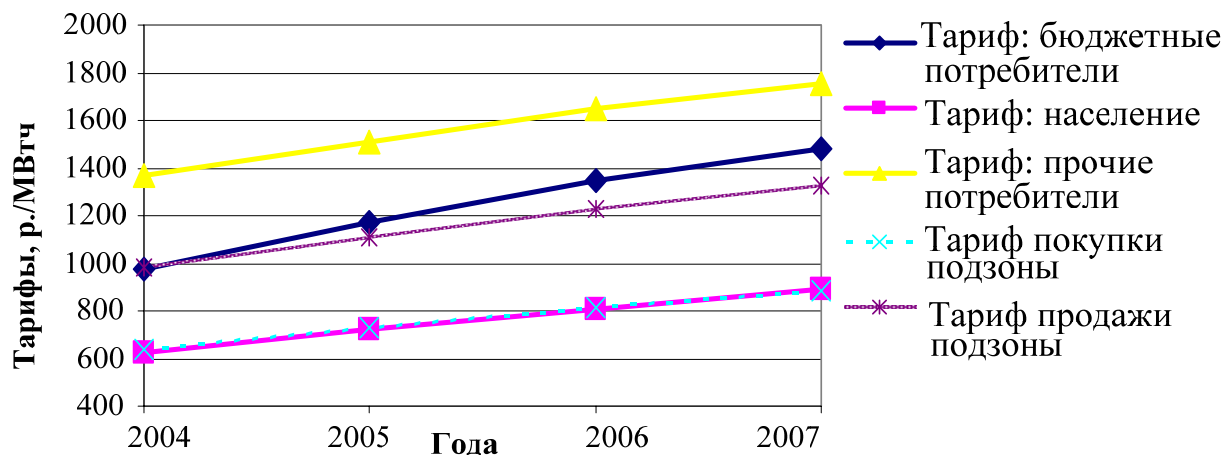


Рис.10. График роста тарифов по годам (инерционный сценарий)

доли оплаты населением электрической и тепловой энергии, возмещение выпадающих доходов энергоснабжающей организации в результате отклонений тарифов от экономически обоснованного уровня.

Для расчёта расходов бюджетов всех уровней использована следующая информация: объём потребления энергии бюджетными организациями и населением, количество граждан, пользующихся льготами по оплате энергии, процент предоставляемых льгот, минимальный размер оплаты труда, максимальная доля расходов на ЖКУ в доходах населения, распределение населения в регионе по доходам, нормативы потребления коммунальных услуг.

При условии, что управляемыми переменными являются лишь тарифы на энергию и коммунальные услуги, получаем общий вид зависимостей расходов бюджетов от тарифов:

$$BU = \sum_i \sum_j V_{budg_{i,j}} \cdot T_{usl_i}^{budg} + \sum_i \sum_l R_{i,l}(T_{usl_i}^{nas}, V_{nas_i}, D_{nas}) \quad (11)$$

где BU - общие расходы бюджетов всех уровней (федерального, регионального, муниципального, поселения) складываются из оплаты потреблённой энергии и выплат, связанных с невозможностью полной оплаты населением энергии и коммунальных услуг;

i – тип предоставляемой коммунальной услуги;

j – уровень бюджета, из которого производятся выплаты;

l – накладываемые на изменения тарифов.

С помощью рассматриваемой модели проведены расчеты, связанные с изменением расходов бюджетов всех уровней и населения на электрическую энергию. Расчётные значения расходов бюджета области, г. Томска и федерального бюджета на территории области определяются следующими значениями (рис.12).

Модель «Население»

Модель позволяет учитывать при регулировании тарифов сложившийся уровень жизни населения.

Для этого проводится совместный анализ доходов населения, которые в наиболее общем случае не зависят от тарифов на энергию, и статей расходов, напрямую определяющихся изменением тарифов. Факторы, определяющие зависимость экономического положения населения от тарифов на энергию, следующие: доля расходов населения на энергию и коммунальные услуги, нормы потребления услуг, покупательная способность среднедушевого дохода населения, возможность перехода на автономные источники энергоснабжения, количество малоимущего и социально незащищённого населения.

Для оценки указанных факторов использована информация о результатах выборочного обследования домашних хозяйств, объёмах потребления энергии и ЖКУ, среднедушевых доходах населения и дифференциации населения по

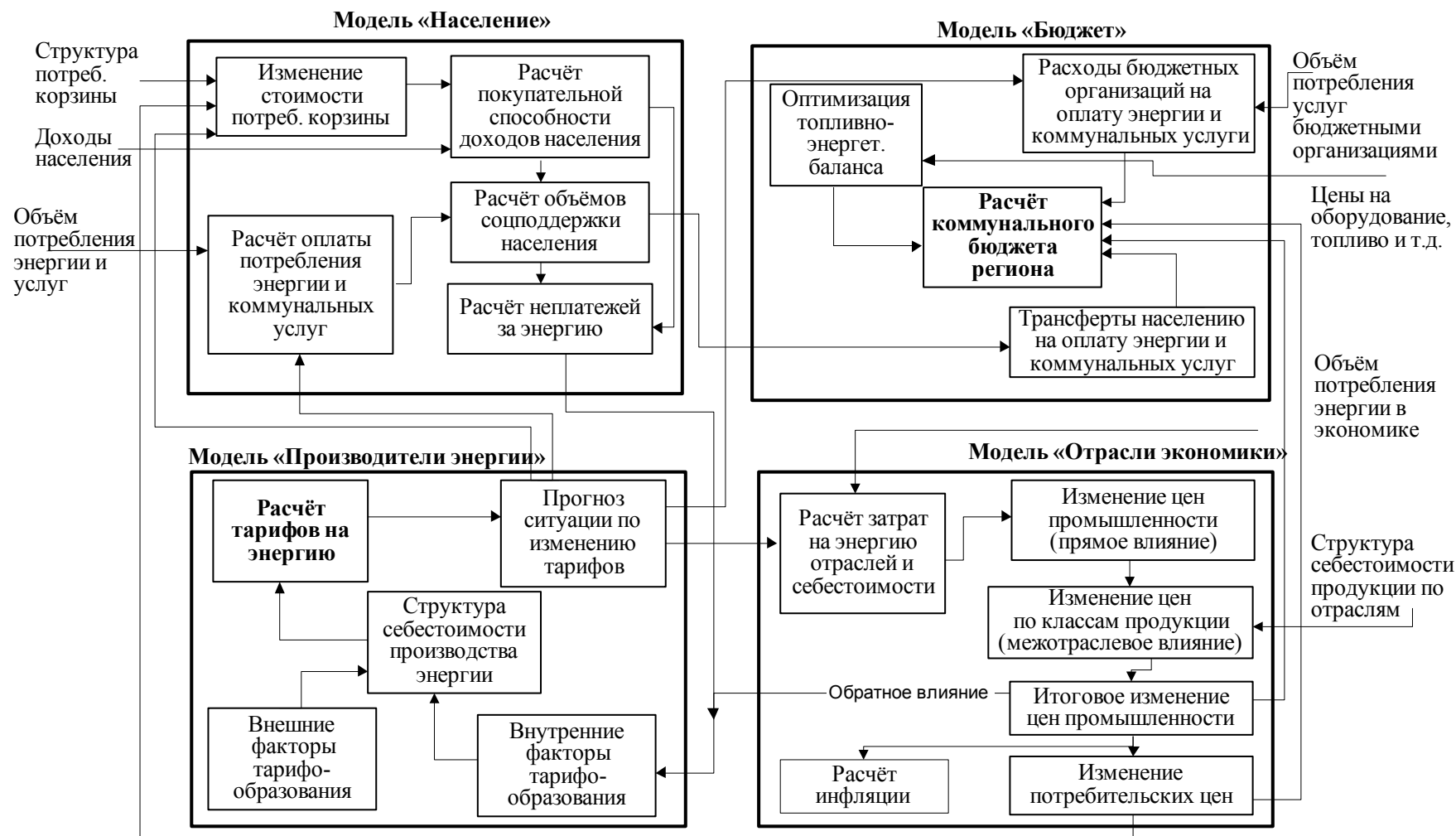


Рис.11. Структура моделей аналитического блока ситуационного центра РЭК

среднедушевым доходам. Результаты расчета доли расходов на электроэнергию в доходах населения с учётом распределения населения по среднедушевому доходу приведён на рис.13.

Из диаграммы видно, что при тарифе на электроэнергию для населения 63 коп./кВт ч 465,2 тысячи человек будут тратить на электроэнергию от 0,21% до 1,29% своих доходов, а при тарифе 90 коп./кВт ч - от 0,3% до 1,84% соответственно и т.д.

Одним из основных результатов применения модели «Населения» являлся прогноз изменения стоимости потребительской корзины при изменении тарифов. Для этого учитывалось изменение цен в отраслях-производителях потребительских товаров и услуг. Рассчитанные стоимости продуктов

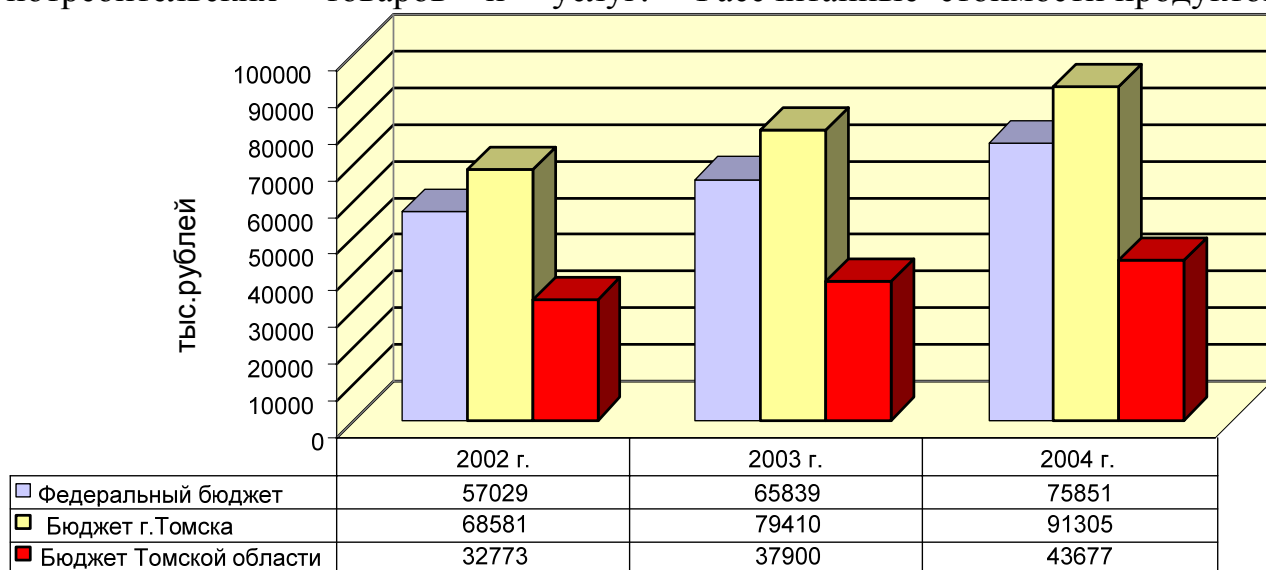


Рис.12. Расчёт расходов бюджетов всех уровней на оплату потребленной электроэнергии на территории Томской области

питания, непродовольственных товаров и услуг, входящих в потребительскую корзину, приведены в табл. 3, из которой видно, что стоимость потребительской корзины вследствие повышения тарифов на электрическую энергию увеличилась на 3,6%.

Таблица 3

Расчёт стоимости потребительской корзины (для Томской области в 2004 г.)

Составляющие потребительской корзины	Стоимость, руб.		
	До изменения тарифов	После изменения тарифов	Относительное изменение, %
Потребительская корзина	2398	2484	3,6%
В том числе:			
Продукты питания	948	993	4,5%
Непродовольственные товары	671	688	2,3%
Услуги	779	802	2,9%

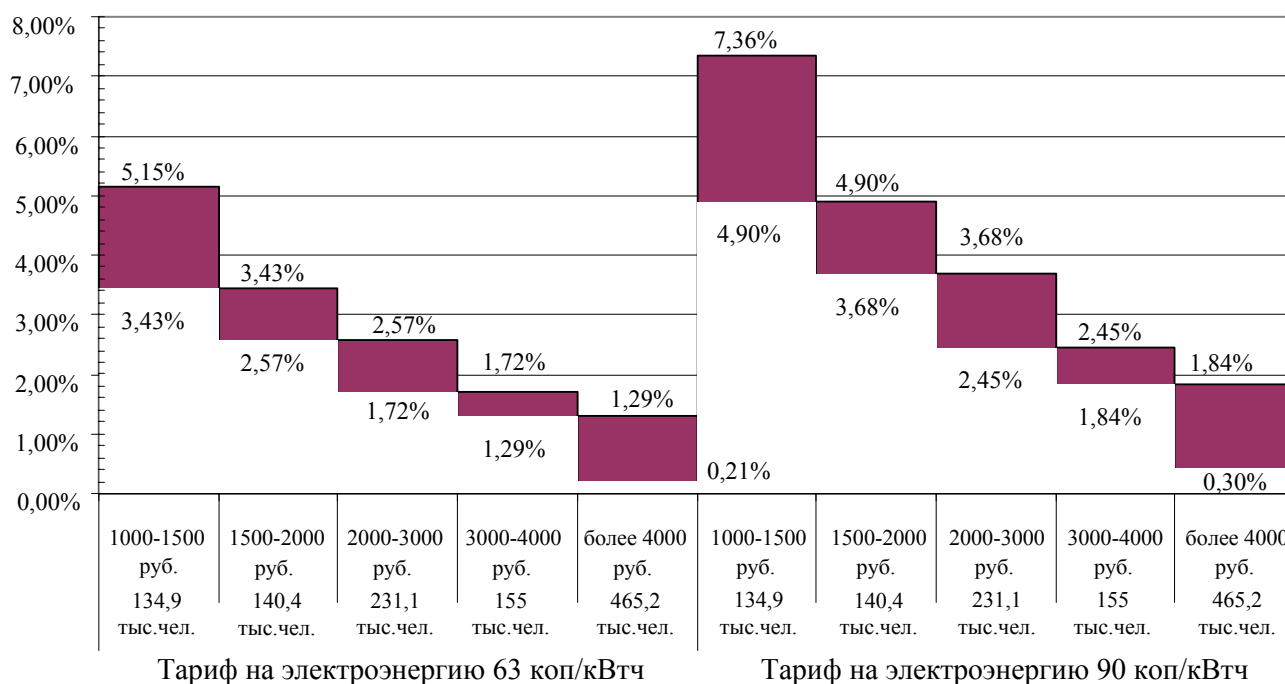


Рис.13. Доля расходов населения Томской области на электроэнергию при различных вариантах тарифа для населения в 2004 г.

Модель «Отрасли экономики»

Модель предназначена для учёта интересов крупных потребителей энергии (промышленность, транспорт и т.д.) в процессе регулирования тарифов. В ней учтены следующие экономические факторы: доля затрат на энергию в материальных затратах отрасли, изменение цен на продукцию отраслей экономики и промышленности, электроёмкость продукции отраслей, индексы потребительских цен и цен промышленности, объёмы потребления энергии. Упрощённо механизм взаимовлияния между отраслями экономики региона описывается следующим образом. Каждая отрасль является потребителем продукции других отраслей, в том числе и энергии. Изменение цен в одной из отраслей, например в электроэнергетике, влечёт за собой изменение цен во всех остальных как за счёт изменения затрат на энергию, так и за счёт изменения затрат на топливо, сырьё и материалы, работы и услуги и т.д.

Исходная для расчёта информация представлена в виде структуры затрат на производство и реализацию продукции по отраслям. Использование таких исходных данных обусловлено их доступностью и регулярностью, по сравнению со статистическим межотраслевым балансом, выпускаемым с опозданием и только для России в целом. На основе этих данных восстановлены межотраслевые связи, которые были утеряны после группировки видов продукции по статьям затрат. Для этого исходные данные были обработаны в два этапа:

I. На первом этапе рассматривались основные виды продукции каждой отрасли, и в соответствии с ними отрасль была отнесена к группе отраслей,

производящих определённый класс продукции (сырьё и материалы, работы и услуги, топливо или энергию).

II. На втором этапе определён вклад каждой отрасли в производство каждого класса продукции (сырья и материалов, работ и услуг, топлива и энергии).

Исходная информация для оценки межотраслевого влияния тарифов на энергию на изменение цен в отраслях экономики и промышленности:

$Z^{(0)} = \{Z_{i,j}^{(0)}\}$, $i = \overline{1, n}$, $j = \overline{1, m}$ - матрица затрат отраслей экономики и промышленности в момент времени $t=0$, где n - количество отраслей, m - количество рассматриваемых классов продукции

(в частном случае $j = \{\text{н\ddot{u}д\ddot{u}}, - \text{\ddot{a}д\ddot{a}д\ddot{e}д\ddot{e}\ddot{u}}, \text{д\ddot{e}д\ddot{a}д\ddot{e}д\ddot{e}\ddot{a}\ddot{t}}, \text{у\ddot{a}д\ddot{d}д\ddot{e}д\ddot{u}}\}$);

$W = \{W_{i,j}\}$, $i = \overline{1, n}$, $j = \overline{1, m}$ - матрица весов выпуска продукции отраслей в производстве класса продукции;

$P^{(0)} = \{P_i^{(0)}\}$, $i = \overline{1, n}$, - вектор прибыли отраслей в момент времени $t=0$;

$K = \{K_i\}$, $K_i \in [0,1]$, $i = \overline{1, n}$, - вектор коэффициентов конкурентноспособности продукции отраслей, смысл которого заключается в том, что отрасли по-разному реагируют на изменение цен на потребляемые ими ресурсы – одни могут полностью включить изменение затрат на ресурсы в цену продукции ($K=1$), так как она пользуется неизменным спросом, другие - практически не могут изменить цену своей продукции ($K=0$), а рост затрат для них компенсируется уменьшением прибыли;

$dCost^{(0)} = \{dCost_i^{(0)}\}$, $i = \overline{1, n}$, - начальные изменения цен на продукцию отраслей в момент времени $t=0$, последствия которых необходимо проанализировать.

Под временем t подразумевается условный период времени, необходимый отрасли для однократного изменения цены на свою продукцию вследствие изменения цен на потребляемые ресурсы. Для целей моделирования он условно принят равным одному месяцу.

Формулы для расчёта:

$$dSt_j^{(0)} = \sum_{i=0}^{n-1} dCost_i^{(0)} \cdot W_{i,j}, \quad j = \overline{1, m} \quad (12) - \text{начальное изменение цен по классам}$$

продукции;

$$Z_{i,j}^{(t+1)} = Z_{i,j}^{(t)} \cdot dSt_j^{(t)}, \quad t \in [0, T-1] \quad (13) - \text{изменение затрат отраслей по классам}$$

вследствие изменения цен на данные классы продукции;

$$P_i^{(t+1)} = P_i^{(t)} \cdot \frac{\sum_{j=0}^{m-1} Z_{i,j}^{(t+1)}}{\sum_{j=0}^{m-1} Z_{i,j}^{(t)}} \cdot K_i + \left(\sum_{j=0}^{m-1} Z_{i,j}^{(t)} - \sum_{j=0}^{m-1} Z_{i,j}^{(t+1)} + P_i^{(t)} \right) \cdot (1 - K_i), \quad t \in [0, T-1] \quad (14) - \text{изменение}$$

прибыли отраслей с учётом фактора конкурентноспособности продукции;

$$dCost_i^{(t+1)} = \frac{\left(\sum_{j=0}^{m-1} Z_{i,j}^{(t+1)} \right) + P_i^{(t+1)}}{\left(\sum_{j=0}^{m-1} Z_{i,j}^{(t)} \right) + P_i^{(t)}}, \quad t \in [0, T-1] \quad (15) - \text{изменение цен по отраслям,}$$

найденное пропорционально изменению затрат и прибыли отраслей.

Алгоритм реализации модели «Отрасли экономики» приведен на (рис.14). Процесс моделирования завершается при достижении заданной точности вычислений, либо при достижении границы времени моделирования (T). Точность вычислений считается достигнутой, если на очередном этапе вычислений выполняется неравенство $\left| \sum_{i=1}^n (dCost_i^{(t+1)} - dCost_i^{(t)}) \right| \leq \varepsilon$. Сходимость алгоритма обеспечивается наличием в аналитическом выражении (12) множителя $W_{i,j}$, который меньше единицы.

В табл.4 показано изменение затрат на производство и реализацию в ряде отраслей Томской области в зависимости от роста тарифов на электроэнергию.

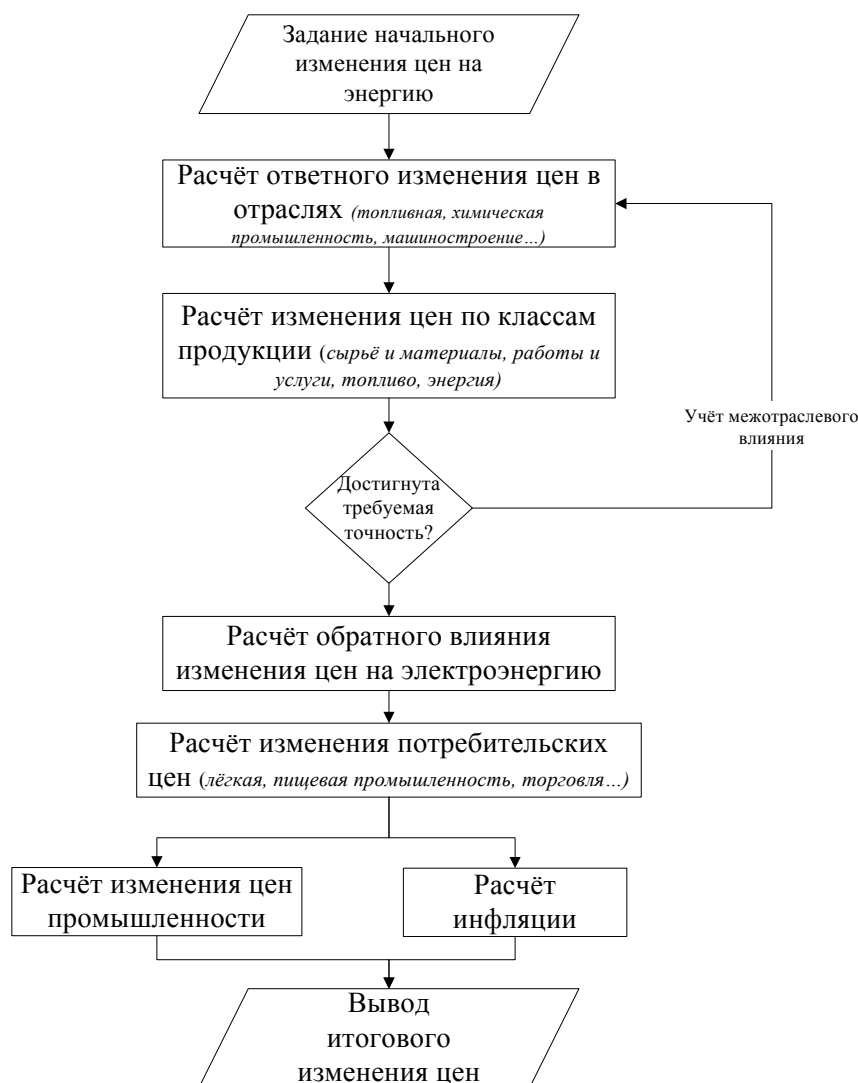


Рис.14. Алгоритм оценки последствий изменения цен на энергию с учётом межотраслевых связей

С использованием модели «Отрасли экономики» на основе фактических доступных данных получены прогнозы влияния тарифной политики на изменения цен в отраслях экономики. Подобные результаты для Томской

области получены впервые и несомненно будут способствовать повышению эффективности управления при реализации тарифной политики в энергетике и коммунальном комплексе.

Модель «Производители энергии»

При разработке модели учтены технологические особенности производства энергии и методические принципы расчёта тарифов с целью оперативного проигрывания вариантов тарифов в процессе регулирования. Использование модели позволяет дать ответы на вопросы типа «What if...?», то есть рассматривается четыре типа ситуаций:

- 1) «Что будет со (как изменится) средним тарифом, если изменить размер той или иной статьи затрат?»;
- 2) «Что будет со (как изменятся) статьями затрат, если необходимо установить определённый уровень среднего тарифа?»;
- 3) «Что будет с (как изменятся) тарифами для групп потребителей, если тариф для одной из групп установить на определённом уровне?»;
- 4) «Что будет с тарифами (как изменятся) в следующем году, если прогнозируется следующее изменение входных параметров?».

Таблица 4

Итоговые результаты моделирования изменения цен по отраслям Томской области

Исследуемые объекты	Влияние 30% роста цен на электроэнергию, %		
	Прямо	Межотра	Итоговое
Отрасль			
Топливная промышленность	5,2	6,9	13
Химическая промышленность	6,7	6,3	13,8
Машиностроение	0,9	3,5	4,8
Лесная промышленность	1	4,5	5
Промышленность стройматериалов	2,6	7	10,5
Сельское хозяйство	0,6	2,2	3
Транспорт	2,7	6,2	9,7
Строительство	0,8	7,8	9,6
Материально-техническое снабжение	0,1	6,7	7,7
Класс продукции			
Сырьё и материалы	2,4	5,8	8,2
Работы и услуги	1,7	7,9	9,6
Топливо	5,2	7,8	13

Основные используемые в модели формулы расчета берутся из разработанной в диссертации технологии расчета тарифов для ЭСО.

Для прогнозирования тарифов использованы входные данные на 2004,

2005 года и индексы их прогнозируемого изменения. Тарифы на будущий период рассчитываются согласно формулам:

$$T_{\dot{Y}}^{(1)} = \frac{C_{\dot{Y}}^{(1)} + \ddot{I}\dot{\delta}_{\dot{Y}}^{(1)}}{\ddot{I}\dot{\delta}_{\dot{Y}}},$$

$$T_M^{(1)} = \frac{C_N^{(1)} + \ddot{I}\dot{\delta}_N^{(1)}}{N}. \text{ Здесь:}$$

$$C_{\dot{Y}}^{(1)} = \sum_i V_{t_i} * P_{t_i} * I_i^{\dot{\delta}\ddot{I}\ddot{e}} + \sum_j \dot{Y}_{i_j} * \ddot{T}_{i_j} * I_j^{\dot{Y}} + \ddot{I}\dot{\delta} * I^{\ddot{I}\dot{C}} \quad - \quad \text{переменные затраты в}$$

прогнозном периоде;

$$C_N^{(1)} = \dot{\delta}\ddot{I}\dot{\delta} * I^{\dot{\delta}\ddot{I}\ddot{e}} + \sum_j \dot{\delta}\ddot{T}_{i_j}^i * N_{i_j} * I^M \quad - \quad \text{постоянные затраты в прогнозном периоде;}$$

$C^{(1)} = C_{\dot{Y}}^{(1)} + C_N^{(1)}$ - общие затраты на производство электроэнергии в прогнозном периоде;

$$\ddot{I}\dot{\delta}_{\dot{Y}}^{(1)} = k_{\ddot{I}\dot{\delta}} * \ddot{I}\dot{\delta}^{(1)} = k_{\ddot{I}\dot{\delta}} * r * C^{(1)},$$

$\ddot{I}\dot{\delta}_N^{(1)} = (1 - k_{\ddot{I}\dot{\delta}}) * \ddot{I}\dot{\delta}^{(1)} = (1 - k_{\ddot{I}\dot{\delta}}) * r * C^{(1)}$, где r - планируемая рентабельность производства энергии,

$$\ddot{I}\dot{\delta}^{(1)} = \ddot{I}\dot{\delta}_{\dot{Y}}^{(1)} + \ddot{I}\dot{\delta}_N^{(1)} \quad - \quad \text{прибыль в прогнозном периоде.}$$

Обозначения:

$I^{\dot{Y}}, I^N$ - индексы изменения цен на покупную энергию и мощность,

$I_i^{\dot{\delta}\ddot{I}\ddot{e}}$ - индексы изменения цен на топливо по видам;

$I^{\dot{\delta}\ddot{I}\ddot{e}}$ - индекс цен промышленности;

$I^{\ddot{I}\dot{C}}$ - индекс изменения прочих переменных затрат ЭСО, определяющийся в основном федеральными факторами тарифообразования.

Алгоритм работы модели «Производители энергии»:

1) сбор исходной информации о текущих затратах на производство энергии (балансы производства и потребления энергии, объём топлива для производства, аудит затрат);

2) составление прогнозов роста затрат на производство энергии;

3) выбор типа ситуации, которую необходимо проанализировать, задание ограничений и начальных значений изменяемых параметров (оплата труда, расходы на содержание и эксплуатацию оборудования, цеховые расходы, покрытие выпадающих доходов, общехозяйственные расходы, прибыль), и неизменяемых параметров (объёмы покупки, количество покупаемой энергии по поставщикам, количество покупаемой мощности по поставщикам, цены топлива по видам, тариф на покупную энергию по поставщикам, тариф на покупную мощность по поставщикам и др.);

4) расчёт изменений тарифов на электроэнергию, ввод результатов расчёта

в модели «Население», «Бюджет», «Промышленность». Анализ доступности оплаты потребителями электроэнергии. В случае низкой доступности – возврат на изменение параметров расчёта тарифов, иначе – завершение работы.

Модель оптимизации топливного баланса

Решение поставленных в работе задач управления в энергетике и коммунальном секторе обеспечено совместным использованием таких инструментов как топливно-энергетический баланс и коммунальный бюджет региона. Цель данной модели – выработка предложений по обоснованию расходов коммунального бюджета территории посредством оптимизации структуры топливно-энергетического баланса котельных

Оптимизация топливного баланса котельных должна стать частью процесса формирования оптимального топливно-энергетического баланса региона, учитывающего все стадии получения, транспортировки и использования топливно-энергетических ресурсов.

Постановка задачи оптимизации топливного баланса: минимизировать общие затраты на обеспечение выработки тепловой энергии на территории за счёт оптимизации соотношений объёмов используемых видов топлива. Общие затраты, которые направляются на выработку тепловой энергии, складываются из капитальных вложений (инвестиций) в производственные объекты теплоснабжения, затрат на инфраструктуру для использования топлива и собственно затрат на приобретение топлива. Искомыми являются объёмы различных видов топлива по видам, используемых для выработки тепловой энергии, которые могут изменяться в рамках заданных ограничений.

Исходной информацией для модели оптимизации топливного баланса котельных являются: динамика цен на топливо, объёмы потребления тепловой энергии по разным категориями потребителей, сценарии социально-экономического развития территорий, экономические показатели использования различных видов топлива для выработки тепловой энергии, технологические параметры выработки тепловой энергии и модернизации объектов теплоснабжения.

Суммарные затраты на использование топлива для теплоснабжения населённых пунктов представляются как:

$F = K(V) + I(V) + C(V)$ – объём затрат, связанных с обеспечением тепловой энергией потребителей в регионе (муниципальном образовании, населённом пункте), где:

$V = (V^{(1)}, \dots, V^{(n)})$ – вектор, характеризующий структуру использования топлива, $V^{(i)}$ – объём потребления топлива вида i в централизованной или автономной системах,

$K(V)$ – объём капитальных вложений в новое оборудование (включая оборудование для автономного теплоснабжения), вырабатывающее тепловую

энергию с использованием объёмов V_i топлива (котлы и вспомогательное оборудование),

$I(V)$ – объём затрат на создание и обслуживание инфраструктуры, необходимой для выработки тепловой энергии на топливе, потребляемом в объёмах $V^{(i)}$ (строительство газопроводов, угольных складов и т.д.),

$C(V)$ – прогнозные затраты на покупку и транспортировку топлива в объёмах $V^{(i)}$ на весь рассматриваемый период времени.

При этом описанные типы затрат могут быть конкретизированы с помощью зависимостей:

$$K(V) = \sum_{i=1}^n PK^{(i)} \cdot V^{(i)} \cdot q^{(i)},$$

$PK^{(i)}$ – удельный коэффициент, отражающий объём капитальных вложений, необходимый для выработки единицы тепловой энергии на топливе вида i . В наиболее общем случае рассматриваются централизованное теплоснабжение на газе, нефти, угле, электроэнергии и автономное теплоснабжение на газе, дровах, электроэнергии.

$q^{(i)}$ – коэффициент использования единицы топлива вида i , рассчитывающийся в среднем как соотношение количества вырабатываемой тепловой энергии на топливе i и количества топлива данного вида, которое необходимо для производства этой энергии.

Аналогично:

$$I(V) = \sum_{i=1}^n PI^{(i)} \cdot V^{(i)} \cdot q^{(i)},$$

$PI^{(i)}$ – удельный коэффициент, отражающий объём затрат, необходимый на создание и обслуживание инфраструктуры, обеспечивающей выработку единицы тепловой энергии на топливе вида i ,

$$C(V) = \sum_{i=1}^n PC^{(i)} \cdot V^{(i)} \cdot q^{(i)}$$

$PC^{(i)}$ – удельный коэффициент, отражающий объём затрат, необходимый на покупку и транспортировку единицы топлива вида i .

Тогда задача оптимизации топливного баланса запишется как:

$$\sum_{i=1}^n PK^{(i)} \cdot V^{(i)} \cdot q^{(i)} + \sum_{i=1}^n PI^{(i)} \cdot V^{(i)} \cdot q^{(i)} + \sum_{i=1}^n PC^{(i)} \cdot V^{(i)} \cdot q^{(i)} \rightarrow \min_{\{V_i\}} \quad (16)$$

При ограничениях:

$V_i \geq 0, i = \overline{1, n}$ – неотрицательность объёмов использования топлива;

$V_i^{\min} \leq V_i \leq V_i^{\max}, i = \overline{1, n}$ – технологические ограничения перехода на количество использования какого-либо вида топлива;

$\sum_{i=1}^n q^{(i)} \cdot V^{(i)} \geq Q_0$ – использование топлива должно обеспечивать потребности потребителей в тепловой энергии Q_0 .

Поставленная оптимизационная задача была решена с учётом фактора капитальных вложений в новое оборудование системы теплоснабжения. Для

области были найдены объёмы расходов местных коммунальных бюджетов, необходимых для теплоснабжения населённых пунктов. Сравнение необходимых объёмов средств с имеющимися у местных бюджетов приведено на рис.15.

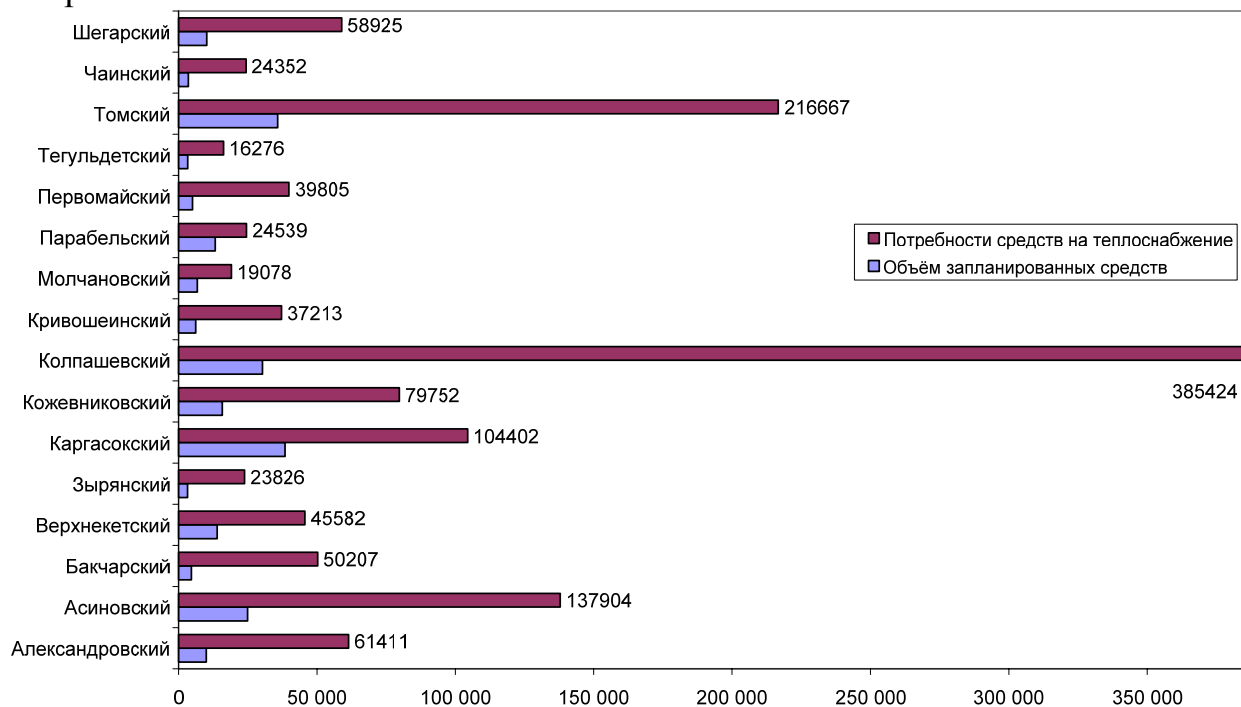


Рис.15. Соотношение расчётных потребностей и запланированных расходов местных бюджетов на теплоснабжение районов Томской области, тыс. руб.

Применение разработанных моделей в рамках ситуационного центра для формирования тарифов энергоснабжающих организаций (на примере Томской области) показало, что они позволяют провести комплексный анализ процесса тарифообразования и его влияния на социально-экономическое развитие региона.

На основе предложенного в работе регламента для бизнес-процессов экспертизы тарифов в главе 5 приведены технические требования к информационной технологии обработки и хранения предоставляемой ЭСО информации, включая применение элементов электронного документооборота. Конечным итогом реализации информационной технологии является создание проблемно-ориентированного функционального программного комплекса «Экспертное заключение», внедрение которого существенно облегчает труд экспертов, обеспечивает расчеты необходимых затрат и прибыли ЭСО для функционирования и развития, формировать варианты тарифов на регулируемые энергоресурсы, а также формировать и вести паспорта энергоснабжающих организаций с использованием СУБД.

Доступ к функциональным возможностям программного комплекса разделяется в соответствии с задачами, решаемыми конкретным сотрудником, между создаваемыми автоматизированными рабочими местами управляющего

делами, аудитора, эксперта и лица, принимающего решения при коллективном обсуждении на правлении РЭК.

Все модули реализованы как отдельные Web-сервисы и представляют собой набор блоков для расчета определенной группы характеристик, каждая из которых связана с конкретным объектом системы.

ОСНОВНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ РАБОТЫ

В диссертации изложены научно обоснованные технические и технологические решения: разработаны методы, алгоритмы и информационно-аналитические системы для решения задач с обработки информации для мониторинга, учета и управления энергоснабжающими организациями в условиях ее большой неопределенности и слабой формализуемости, внедрение которых вносит значительный вклад в развитие современных информационных технологий поддержки решений в управлении энергетическими и коммунальными системами при их реформировании для повышения энергобезопасности регионов и предсказуемости влияния тарифов на ЖКУ на уровень жизни населения. Исследования выполнены полностью: доказательством достижения поставленной в работе цели по созданию эффективной системы управления ЭСО, соответствующей задачам реформирования энергетики и коммунального комплекса на основе информационных технологий аналитического типа, служат следующие **выводы.**

1. Предложены модели и структуры показателей и методика их синтеза для оценки состояний и управления функционированием и развитием энергоснабжающих организаций на основе регуляризирующего байесовского подхода, обеспечивающие адекватное представление объекта и системы управления в условиях неопределенности, активного влияния среды и рисков.

2. Определены типы и свойства источников и потребителей информации об энергоресурсах, показатели и критерии оценки состояния объектов энергетики с помощью байесовских интеллектуальных технологий, выделена с помощью процессного подхода типовая структура управления, а также сформулированы требования к разрабатываемым информационным технологиям аналитического типа, т.е. к системам поддержки принятия энергетических решений, обеспечивающие решение управленческих задач для ЭСО.

3. Принципы и информационные технологии процессов энергомониторинга, энерго- и финансового аудита и управления на уровне территориальных образований и ЭСО на основе предложенных методологических решений, представляющих эти задачи как единый информационно-измерительный процесс с возможностью контроля метрологических характеристик решений и оценкой риска принимаемых решений в рамках обоснованной критериальной основы, позволили решить задачи повышения энергоэффективности и энергобезопасности.

4. Предложены методы системного и когнитивного анализа для выявления существенных факторов взаимодействия ЭСО и внешней среды, установления характера связей между ними, что позволило осуществить настройку моделей на особенности управления на региональном рынке энергетических и коммунальных услуг и реализацию моделей для получения прогнозов развития рынка энергии и коммунальных услуг и анализа его инвестиционной привлекательности.

5. Предложены технологии ситуационного центра, обеспечивающие комплексный процесс расчетов вариантов тарифов на регулируемые энергоресурсы и оценку влияния тарифов на социально-экономическое развитие региона, уровень оплаты населением за ЖКУ и уровень бюджетных расходов с необходимым комплексом информационного сопровождения поддержки решений и средств визуализации.

6. Реализация предложенных в работе информационных технологий в виде универсального программного комплекса позволило создать и вести базы данных в виде паспортов ЭСО, муниципального образования и региона в целом, а также производить в автоматизированном режиме расчеты тарифов для ЭСО.

Органы исполнительной власти муниципального и регионального уровней, управленческий персонал ЭСО могут использовать следующие результаты диссертационной работы:

1. Структуру, состав и технологии ситуационного центра для расчетов тарифов для ЭСО, анализа последствий роста тарифов для экономики региона и уровня жизни населения.

2. Систему комплексного планирования производства и реализации коммунальных услуг на уровне муниципального образования для ведения реестров имущества объектов коммунального сектора в составе паспортов ЭСО, реализации расчетов потребности в ЖКУ, расчетов необходимых затрат на функционирование и развитие ЭСО и тарифов на услуги ЭСО, инвестиционных программ ЭСО и муниципального образования.

3. Методики и модели для использования в учебном процессе для повышения квалификации менеджеров ЭСО, представителей органов власти разного уровня.

ОСНОВНЫЕ ПУБЛИКАЦИИ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

1. Тарифное регулирование локальных рынков теплоснабжения Томской области на основе функционально-стоимостного и технологического анализа / Л. Г. Красильникова, А. А. Лукьянец, М. Г. Нечай, И.И. Федецкий под ред. А. А. Лукьянца. - Томск, 2004. – 360с.
2. Тарифное регулирование организаций водопроводно-канализационного хозяйства Томской области / А. А. Лукьянец, М. Г. Нечай, Л. Г. Красильникова, Е. Ю. Осипова, Ж. Ю. Матуленко под ред. А. А. Лукьянца. - Томск, 2004. – 312 с.

3. Управление коммунальным комплексом: задачи, методы и инструменты. Научно-практическое пособие / Е. Л. Ерофеев, А.А.Лукьянец, В. Г. Ротарь, А. А. Шумский, А. Г. Чернов А.Г. под ред. А. А. Лукьянца. - Томск, 2005. – 332 с.
4. Лукьянец А. А. Комментарий к Федеральному закону «Об основах регулирования тарифов организаций коммунального комплекса» (постатейный)/ А. А. Лукьянец, М. А. Крынин, В. И. Назарова. – М.: ЗАО Юстицинформ, 2006. –72 с.
5. Лукьянец А. А. Методология поддержки решений в управлении энергоснабжающими организациями на основе регуляризирующего байесовского подхода. Научно-практическое пособие./ А. А. Лукьянец, С. В. Прокопчина. – Томск, 2006. – 196 с.
6. Лукьянец А. А. Государственные автоматизированные информационные ресурсы (методология проектирования, опыт внедрения)/ А. А. Лукьянец, Ю. П. Ехлаков, В. Л. Пономаренко // Научно-техническая информация, сер. 1. – 1998. - № 12. - С.7-12.
7. Лукьянец А. А. Принципы реализации тарифной и инвестиционной политики в рамках региональной концепции реформирования ЖКХ на 2005-2010 гг. / А. А. Лукьянец //Вестник Томского государственного университета. Бюллетень оперативной научной информации. – 2004. - № 36. - С. 6-31.
8. Лукьянец А. А. Принципы управления основными фондами в рамках региональной концепции реформирования ЖКХ на 2005-2010 гг. / А. А. Лукьянец, В. Г. Ротарь, А. А. Шумский, Е. Л. Ерофеев, А. Г. Чернов //Вестник Томского государственного университета. Бюллетень оперативной научной информации. – 2004. - № 36 - С. 32-47.
9. Лукьянец А. А. Проблемы государственного регулирования на розничном (потребительском) рынке энергетики / А. А. Лукьянец, В. И. Назарова, М. А. Крынин // Право и экономика. –2005. - №5. - С. 13-16.
10. Лукьянец А. А. Когнитивный анализ ситуационного управления в тарифной политике в энергетике региона. / А. А. Лукьянец, А. Г. Чернов, Е. Л. Ерофеев, В. Г. Ротарь, А. А. Шумский //Регион: экономика и социология. – 2005. - №3. – С. 17-28.
11. Лукьянец А. А. Экспертно-информационная система расчета и анализа тарифов теплоснабжающих предприятий. / А. А. Лукьянец // Вестник Томского государственного педагогического университета.-2005. - №5. – С.58 –61.
12. Лукьянец А. А. Организация электронного документооборота между регулирующими и энергоснабжающими организациями / А. А. Лукьянец, С. К. Плотников // Промышленная энергетика.- 2005. - № 10. - С.19-23.
13. Лукьянец А.А. Методика анализа проблемной ситуации на рынке энергии и коммунальных услуг региона / А. А. Лукьянец // Известия Томского политехнического университета. – 2006. – Т. 309, № 2. - С. 216 – 221.
14. Лукьянец А. А. Основные направления информатизации управления тарифной и инвестиционной политикой регионального коммунального

- комплекса / А. А. Лукьянец, А. А. Шумский, В. Г. Ротарь, А. А. Шелупанов // Системы управления и информационные технологии. – 2005. - № 5. - С.73 –78.
15. Лукьянец А. А. Проблемы управления коммунальным хозяйством региона / А. А. Лукьянец // Вестник Томского государственного университета. Бюллетень оперативной научной информации. – 2006. - № 68. – С. 52 – 61.
 16. Лукьянец А. А. Исследование расходов населения Томской области на жилищно-коммунальные услуги / Е. Л. Ерофеев, А. А. Лукьянец, В. Г. Ротарь, А. А. Шумский, А. Г. Чернов // Вестник Томского государственного университета. Бюллетень оперативной научной информации. – 2006. - № 68. – С. 5 – 30.
 17. Лукьянец А. А. Сценарная модель для прогноза расходов населения Томской области на жилищно-коммунальные услуги/ Е. Л. Ерофеев, А. А. Лукьянец, В. Г. Ротарь, А. А. Шумский, А. Г. Чернов // Вестник Томского государственного университета. Бюллетень оперативной научной информации. – 2006. - № 68. – С. 31 –51.
 18. Лукьянец А. А. Методические и нормативные материалы по вопросам региональной информатизации / А. А. Лукьянец, Ю. П. Ехлаков, Л. С. Рабинович и др. // Информационные технологии территориального управления. - М.: ВНИИПВТИ. – 1994. - Т. 1. - 112 с.
 19. Лукьянец А. А. Основные положения информатизации регионального управления. / А. А. Лукьянец, Ю. П. Ехлаков, Л. С. Рабинович и др. // Информационные технологии территориального управления, М.: ВНИИПВТИ,.- 1994. – Т. 2. – 170 с.
 20. Лукьянец А. А. Томская область: некоторые проблемы развития / А. А. Лукьянец, В. А. Гага, В. В. Сизов // Как оздоровить местную экономику : Сб. статей / Под ред. Терри Ф. Басса, Эдварда У. Хилла. – М.: Академия народного хозяйства при Правительстве РФ. - 1995. – С. 49 – 57.
 21. Лукьянец А. А. Выделение и использование средств федерального бюджета на финансирование инвестиций / А. А. Лукьянец // Финансы Сибири. - 1999. - № 2. – С. 46 –52.
 22. Лукьянец А. А. Принципы формирования тарифов на электрическую и тепловую энергию конечным потребителям на региональных потребительских рынках / А. А. Лукьянец, А. А. Тарабановский, М. Г. Нечай // Вестник ФЭК России. - 2001.- № 10-12. – С. 119 –121.
 23. Лукьянец А.А. Технологические подходы к регулированию тарифов / А. А. Лукьянец // Вопросы регулирования ТЭК: регионы и федерация. – 2001. - № 4. - С.55-57.
 24. Лукьянец А. А. Тарифная политика в теплоснабжении. / А. А. Лукьянец // Энергосбережение и энергетическая безопасность регионов России: Материалы всерос. совещания. – Томск, 2002. - С. 8-10 .
 25. Лукьянец А. А. Автоматизированная поддержка решений и регуляторов тарифов (цен) на продукцию и услуги монопольного характера / А. А. Лукьянец, С. С. Литвинов, М. Г. Нечай, А. Г. Чернов // Материалы

- международной конференции по мягким вычислениям и измерениям. - Санкт-Петербург, 2002. - С. 273-276.
26. Лукьянец А. А. Кадастры информационных ресурсов Томской области / А. А. Лукьянец, М. Г. Нечай, Ю. В. Петрушин // Материалы международной конференции по мягким вычислениям и измерениям. Санкт-Петербург, 2004. - С.52-63.
 27. Лукьянец А. А. Стратегическое управление инвестициями в теплоэнергетику муниципалитетов в условиях реформирования / А. А. Лукьянец, А. А. Шумский, В. Г. Ротарь, Е.Л. Ерофеев, А. Г. Чернов // Энергосбережение и энергетическая безопасность регионов России: Материалы всерос. совещания: - Томск, 2004. - С. 10-21
 28. Лукьянец А. А. Ситуационный центр РЭК как инструмент тарифной политики в регионе / А. А. Лукьянец, Е. Л. Ерофеев, А. Г. Чернов // Вестник ФЭК России. – 2004. - № 1. - С. 170-176.
 29. Лукьянец А. А. Прогнозирование розничных рынков электроэнергии Томской области в условиях реформирования энергетики / А. А. Лукьянец, М. Г. Нечай, А. А. Тарабановский // Известия Региональной энергетической комиссии Томской области. - 2004. - № 4. С. 50 – 61.
 30. Лукьянец А. А. Применение технологии ситуационного центра для оценки влияния энергетики на социально-экономическое положение региона / А. А. Лукьянец, Е. Л. Ерофеев, В. Г. Ротарь, А. Г. Чернов, А. А. Шумский // Энергетика и предприятие: перспектива развития экономических отношений в условиях реформирования РАО ЕЭС России : Материалы конференции. - Новосибирск, 2004. - С.160-172.
 31. Лукьянец А. А. Предложения в региональную концепцию реформирования ЖКХ по вопросам реализации тарифной и инвестиционной политики / А. А. Лукьянец // Известия Региональной энергетической комиссии Томской области. - 2004. - № 11. С. 64 – 80.
 32. Лукьянец А. А. Оценка влияния энергетики на социально-экономическое положение региона / А. А. Лукьянец // Вестник международного русско-американского института естественных монополий. – 2004. - №2 - С.70 – 73 (Специальный выпуск по материалам Российско-Американского форума «Реформирование естественных монополий. Законодательство. Инвестиции», Вашингтон, 21-24 октября 2003 г.
 33. Лукьянец А. А. Применение информационных технологий в управлении тарифной и инвестиционной политикой энергоснабжающих организаций региона / А. А. Лукьянец // Современная электроэнергетика : Материалы межд. Конференции. – Санкт-Петербург. 2005. - С. 35-38.
 34. Лукьянец А. А. Предложения в региональную концепцию реформирования ЖКХ по вопросам реализации тарифной и инвестиционной политики / А. А. Лукьянец, В. Г. Ротарь, А. А. Шумский, Е. Л. Ерофеев, А. Г. Чернов // Тарифное регулирование и экспертиза.- 2005. - №2. - С.118-126.
 35. Лукьянец А. А. Интеллектуальные технологии поддержки тарифообразования в энергетике и коммунальном секторе региона / А. А.

- Лукьянец // Материалы международной конференции по мягким вычислениям и измерениям. - Санкт-Петербург, 2005. – Т. 1. - С. 92-95.
36. Лукьянец А. А. Проблемы регулирования цен на потребительском рынке электроэнергии Томской области в условиях реорганизации электроэнергетики / А. А. Лукьянец, А. А. Тарабановский, М. Г. Нечай // Вопросы регулирования ТЭК: регионы и федерация. – 2005. - №2. – С. 52 –53.
37. Лукьянец А.А. Проблемы управления муниципальной энергетикой / А. А. Лукьянец // Известия Региональной энергетической комиссии Томской области.-2005. - №6.- С.60 – 64.
38. Лукьянец А. А. Интеллектуальные технологии поддержки тарифообразования в энергетике и коммунальном секторе региона / А. А. Лукьянец //Рациональное природопользование : Материалы международного форума. - М.,2005. - С.83-85.
39. Лукьянец А. А. Нормативы потребления жилищно-коммунальных услуг для населения при установлении тарифов / А. А. Лукьянец, Е. Л. Ерофеев, В. Г. Ротарь, А. Г. Чернов, А. А. Шумский // Тарифное регулирование и экспертиза.-2005. - № 3. - С.101-111.