

На правах рукописи

**Офицеров Алексей Анатольевич**

**Модели и методы повышения эффективности  
функционирования системы ЖКХ крупных городов  
(на примере ЖКХ города Самары)**

Специальность 08.00.13 – Математические и инструментальные  
методы экономики

Автореферат диссертации на соискание ученой степени  
кандидата экономических наук

Самара - 2009

Работа выполнена в государственном образовательном учреждении высшего профессионального образования «Самарский государственный аэрокосмический университет имени академика С.П. Королева»

Научный руководитель – доктор физико-математических, профессор  
Ратис Юрий Леонидович

Официальные оппоненты: доктор экономических наук, профессор  
Гераськин Михаил Иванович

кандидат экономических наук, доцент  
Зайцев Владислав Владимирович

Ведущая организация - государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Самарский муниципальный институт управления»

Защита состоится 27 ноября 2009 года в 10<sup>00</sup> на заседании диссертационного совета ДМ 212.215.01 при государственном образовательном учреждении высшего профессионального образования «Самарский государственный аэрокосмический университет имени академика С.П. Королева» по адресу: 443086, г. Самара, Московское шоссе, 34.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке СГАУ.

Автореферат разослан 22 октября 2009 г.

Ученый секретарь  
диссертационного совета,  
доктор экономических наук, доцент

М.Г. Сорокина

## ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

**Актуальность темы исследований.** Негативные социально-экономические явления, имевшие место в России в конце XX – начале XXI века, недостаточное внимание со стороны органов власти и слабое финансирование, привели к значительному ухудшению состояния жилищно-коммунального хозяйства (ЖКХ) крупных и крупнейших городов. В этой связи перечислим наиболее острые проблемы ЖКХ в России.

Недопустимо высокий процент инженерных сетей и коммуникаций имеют сверхнормативный износ. Быстрая замена устаревшего и изношенного оборудования невозможна в условиях ограниченности технических, финансовых и кадровых ресурсов городов. Низкая пропускная способность городских магистралей приводит к образованию пробок на дорогах. Невысокая средняя кредитоспособность горожан препятствует сносу ветхого жилья и расселению проживающих в нем граждан за счет ипотеки. Эти и многие другие проблемы городского хозяйства требуют безотлагательного решения.

В то же время, ЖКХ остается одной из немногих сфер хозяйственной деятельности, в которой всегда присутствует спрос на услуги, как правило, не эластичный по цене. Коммунальные платежи населения и предприятий города создают финансовую основу, как для технической реконструкции, так и для реформы городского хозяйства в целом. Однако наличие финансовых средств, техники и квалифицированных кадров сами по себе не гарантируют возрождения городского хозяйства. Для использования указанных ресурсов с максимальной отдачей, необходима ясная концепция развития системы ЖКХ, как системы обслуживания. Эта концепция должна предусматривать комплекс мероприятий, направленных на создание рыночных механизмов возрождения и развития городского хозяйства. Для этого необходимо провести содержательный анализ экономических, организационных и материально-технических процессов, протекающих в системе ЖКХ. Результаты подобного анализа составляют эмпирическую базу для разработки моделей системы обслуживания населения и предприятий городов в целях выявления наиболее эффективных инструментов повышения качества жизни людей.

В настоящее время во многих городах РФ организуются управляющие компании ЖКХ (УК ЖКХ), товарищества собственников жилья (ТСЖ) и т.п. У граждан появилась свобода выбора предприятий коммунального хозяйства, которые обслуживают инженерные сети жилых домов. На рынке услуг ЖКХ впервые за многие десятилетия имеется не только спрос, но и предложение услуг со стороны предприятий и организаций ЖКХ. В результате между предприятиями городского хозяйства возникла рыночная конкуренция.

Для того чтобы обеспечить конкурентоспособность на рынке услуг ЖКХ, эти предприятия должны предоставлять гражданам и предприятиям услуги надлежащего качества по приемлемым ценам. Задача состоит в том, чтобы, используя современные информационные технологии и методы математического моделирования, опираясь на результаты научного анализа технических и социально-экономических проблем крупных и крупнейших городов РФ, обеспечить бесперебойную и рентабельную работу их инфраструктуры.

Все вышесказанное свидетельствует об актуальности выбранной темы диссертационного исследования.

**Современное состояние изученности проблемы.** По вопросам теории и практики развития системы управления деятельностью производственных предприятий системы коммунального хозяйства опубликовано большое число работ российских и зарубежных авторов. В их число входят такие известные российские экономисты, как А.И. Ачкасов, О.В. Голосов, И.Н. Дрогобыцкий, Е.Ф. Жуков, В.В. Киселев, О.И. Лаврушин, Л.Н. Павлова, В.М. Усоскин и другие. Из западных авторов следует отметить работы В. Buhwald, R. Potter, P. Rouz, D. Sinkley и др.

Значимость этих исследований определяется широтой и сложностью проблем управления субъектами хозяйственной деятельности в условиях рынка. Однако в статьях и книгах упомянутых выше авторов отсутствует решение целого ряда задач моделирования работы предприятий ЖКХ, как системы обслуживания населения и предприятий крупных городов. Это касается, в первую очередь, экономических аспектов их деятельности. Кроме того, до сих пор отсутствует научно обоснованная стратегия развития крупных городов в условиях быстро изменяющейся конъюнктуры рынка.

Таким образом, недостаточная изученность проблемы математического моделирования экономических процессов в системе ЖКХ крупных городов определила выбор темы и основные направления исследования.

**Целью** настоящей диссертационной работы является исследование и математическое моделирование деятельности ЖКХ, как системы обслуживания крупных городов, и разработка на этой основе методов повышения ее эффективности.

В соответствии с поставленной целью в работе решаются следующие **задачи**:

1. Изучить особенности рынка услуг коммунального хозяйства в крупных городах.
2. Обосновать выбор методов экономико-математического моделирования системы ЖКХ крупных городов.
3. Разработать динамическую и статическую модели экономики производственного предприятия, предоставляющего услуги ЖКХ.
4. Определить наиболее значимые экономические, организационные и технические факторы, влияющие на объем и качество коммунальных услуг в крупных городах, и разработать на этой основе математические модели функционирования системы обслуживания с целью выявления наиболее перспективных направлений совершенствования ЖКХ.
5. Адаптировать и применить методы теории массового обслуживания для моделирования работы системы обслуживания в ЖКХ крупных городов.
6. Выработать на основе модельного анализа комплекс организационных и технических мер, направленных на ускоренное развитие инфраструктуры городского хозяйства и системы предоставления услуг ЖКХ за счет более эффективного использования бюджетных средств.
7. Обосновать и оценить экономическую эффективность предлагаемых организационных решений, выработанных на основе модельного анализа.

**Объект исследования** – предприятия сферы жилищно-коммунального хозяйства, как элементы системы обслуживания населения и предприятий крупных городов.

**Предмет исследования** – экономико-математические модели работы предприятий сферы ЖКХ, как системы обслуживания населения и предприятий крупных городов.

**Методологическую и теоретическую основу** диссертационного исследования составляют труды отечественных и зарубежных ученых по деятельности ЖКХ в условиях современных национальных рынков, законодательные акты, методические и нормативные материалы практического характера.

**Методы исследования.** Основными методами исследования являются математическая статистика, системный анализ, теория массового обслуживания, теория дифференциальных уравнений и теория управления.

**Информационная и эмпирическая база исследования.** Информационную и эмпирическую основу исследования составили нормативные материалы Правительства Российской Федерации, постановления Главы города и городской Думы города Самары, а также материалы Программы «Светлый город».

Важным источником информации стали материалы специализированных научных журналов и периодической печати. Статистической базой исследования послужили спра-

вочные материалы Федеральной службы государственной статистики РФ и Территориального органа федеральной службы государственной статистики по Самарской области.

**Научная новизна.** В результате проведенных исследований и обобщения опыта решения практических задач получены следующие новые результаты:

1. Разработана динамическая модель деятельности предприятия коммунального хозяйства, работающего по контракту с ТСЖ, позволяющая установить взаимосвязь между величиной основных фондов предприятий ЖКХ, и объемом услуг, предоставляемых этими предприятиями в единицу времени.

2. Разработана статическая модель производственной деятельности предприятия ЖКХ, обслуживающего население, и на ее основе сформулирован критерий рентабельной работы финансово независимых предприятий и управляющих компаний сферы ЖКХ при условии стабильности предоставления услуг.

3. Модель Эрланга адаптирована для анализа работы предприятий ЖКХ, как системы массового обслуживания населения, и на ее основе разработана методика расчета штатов исполнителей, применение которой позволяет, как экономить бюджетные средства, так и увеличивать доходы производственных предприятий сферы ЖКХ.

**Практическая ценность и реализация результатов работы.** Работа выполнена в соответствии с программой развития ЖКХ города Самара. Практическая ценность работы состоит в том, что основные теоретические выводы и разработанные модели доведены до уровня конкретных рекомендаций и использованы при подготовке программы «Светлый город». Экономический эффект от внедрения результатов проведенных исследований выразился в положительной динамике экономических показателей предприятий сферы ЖКХ города Самары.

**Апробация работы.** Основные теоретические и практические положения работы докладывались на X Конференции студентов и аспирантов Самарского института управления (Самара, 2004), Шестом Всероссийском симпозиуме по прикладной и промышленной математике (весенняя сессия), Санкт-Петербург, 2005, Шестом Всероссийском симпозиуме по прикладной и промышленной математике (осенняя сессия), Сочи - Дагомыс, 2005, Седьмом Всероссийском симпозиуме по прикладной и промышленной математике (весенняя сессия), Кисловодск, 2006, Восьмом Всероссийском симпозиуме по прикладной и промышленной математике, Сочи - Дагомыс, 2007.

Результаты, полученные в диссертации, используются в работах других авторов и цитируются в отечественной литературе.

**Публикации.** Основные положения диссертации опубликованы в 13 печатных работах без соавторов, в том числе, 5 работ в рецензируемых журналах, определенных Высшей аттестационной комиссией. Общий объем опубликованных в печати результатов и материалов составляет 4.46 п.л.

Материалы диссертационного исследования используются при подготовке лекций по курсу «Экономика предприятия» на факультете экономики и управления в Самарском государственном аэрокосмическом университете имени академика С.П. Королева.

**Структура и объем работы.** Диссертация состоит из введения, 3-х глав и заключения. Список использованных источников включает 137 наименований. Материал диссертации изложен на 159 страницах основного текста, включая 7 рисунков и 16 таблиц.

## ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во **Введении** дается краткий обзор проблем жилищно-коммунального хозяйства, и сопряженных с этим вопросов математического моделирования работы этого хозяйства с целью совершенствования экономических методов управления ЖКХ, определяется место, занимаемое исследованиями автора, обосновывается актуальность темы исследования, формулируется цель работы, и в сжатой форме излагается содержание диссертации.

В первой главе «**Проблема совершенствования деятельности ЖКХ РФ**» исследованы основные проблемы коммунального хозяйства крупных городов.

В число наиболее острых проблем ЖКХ крупных городов в РФ входит: высокий сверхнормативный износ зданий, сооружений и инженерных коммуникаций, невысокая платежеспособность населения, влекущая острый дефицит инвестиционных ресурсов в системе ЖКХ, экономически неэффективный собственник муниципальных предприятий ЖКХ, низкая квалификация обслуживающего персонала, иррациональная компромиссная система тарифов на услуги ЖКХ, в значительной степени формируемая под давлением политических, а не экономических факторов и т.п.

Для того чтобы провести анализ указанных проблем методами математического моделирования, и на основе результатов этого анализа предложить систему конкретных экономических и организационных мероприятий, направленных на совершенствование работы системы ЖКХ крупных городов, проделан содержательный анализ состояния ЖКХ крупных городов РФ на фоне общей экономической ситуации в стране.

Наиболее существенная особенность российской экономики 2000-2008 годов, состоит в том, что, после кризиса 90-х годов, страна вошла в фазу экономического роста. Об этом свидетельствуют данные Госкомстата РФ, представленные на рис. 1, из которого видно, что в анализируемый период наблюдался не только рост, но и ускорение темпов развития экономики.

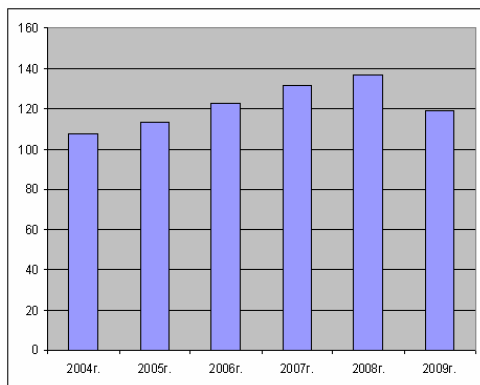


Рис. 1. Индекс выпуска товаров и услуг по базовым видам экономической деятельности в процентах к состоянию на 1 января 2004 года

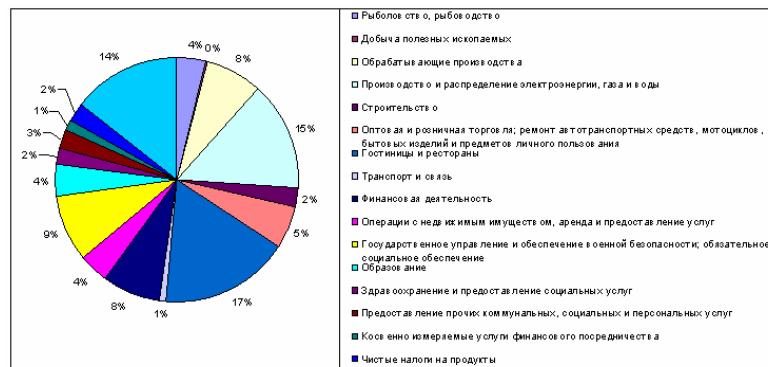


Рис. 2. Структура выпуска товаров и услуг по базовым видам экономической деятельности по состоянию на 1 января 2009 года

Мировой финансовый кризис конца 2008 - начала 2009 г. нанес урон всем сферам экономической деятельности, но не причинил слишком большого ущерба технической инфраструктуре крупных городов. Подобная кажущаяся «неуязвимость» инфраструктуры ЖКХ связана с тем, что основные инженерные коммуникации изнашиваются, и приходят в аварийное состояние за несколько десятилетий, в то время как финансовые кризисы имеют характерную продолжительность в несколько лет. Именно временной фактор сильно повлиял на текущее состояние ЖКХ. Затяжной социально-экономический кризис 90-х годов, привел к сверхнормативному износу всех элементов городского хозяйства, так как в системе ЖКХ практически не велось профилактических ремонтных работ.

Общее положение дел в системе ЖКХ в России имеет региональную специфику. Например, в таких мегаполисах, как Москва и Санкт-Петербург даже в самые тяжелые

для экономики РФ периоды велись ремонтно-восстановительные работы в системе ЖКХ, а обслуживание населения производилось на достаточно высоком уровне.

В крупных городах на периферии положение дел было гораздо хуже. В силу ряда объективных и субъективных факторов г. Самара и Самарская область в течение всего периода с 1990 года по 2009 год находилась в состоянии относительного экономического благополучия. Об этом свидетельствует тот факт, что среднедушевой месячный доход жителей Самары и Самарской области последние годы находился в пределах от 10000 до 15000 рублей. В результате у города появились определенные инвестиционные ресурсы, сформированные из денежных средств, поступивших от населения в виде коммунальных платежей.

Однако ресурсы городского бюджета не являются единственной составляющей общих финансовых потоков системы городского ЖКХ. Управляющие компании (УК), ТСЖ и муниципальные предприятия вместе со строительными компаниями, а также физическими и юридическими лицами, являющимися конечными потребителями услуг ЖКХ, образуют совокупность субъектов анализируемого рынка, также активно участвующих в создании финансовых потоков. В работе дан анализ специфики спроса и предложения в системе ЖКХ. Показано, что приватизация предприятий ЖКХ повышает рентабельность работы этих предприятий. Это обусловлено значительным сокращением издержек, типичных для госпредприятий.

В табл. 1 перечислены выявленные в процессе исследования методы регулирования рынка услуг ЖКХ.

Таблица 1

#### Формы и методы регулирующего воздействия на ЖКХ

Формы	Методы
Правовое обеспечение ЖКХ	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Принятие соответствующих законодательных актов.</li> <li>2. Совершенствование действующих законодательных актов.</li> <li>3. Создание целостной системы не противоречащих друг другу взаимосвязанных нормативно-правовых документов.</li> </ol>
Финансовая поддержка устойчивости доходов предприятий ЖКХ	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Дотации и компенсации.</li> <li>2. Гарантированная минимальная цена сбыта.</li> <li>3. Льготное кредитование и налогообложение.</li> <li>4. Страхование.</li> <li>5. Государственная гарантия кредитов.</li> </ol>
Инфраструктурное обеспечение	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Принятие обоснованных нормативных актов по созданию инфраструктуры, работающей в интересах повышения устойчивости функционирования ЖКХ.</li> <li>2. Создание маркетинговой службы ЖКХ.</li> </ol>
Материально-техническая поддержка	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Лизинг.</li> <li>2. Долевое финансирование при производстве качественно новой техники и внедрении ключевых технологий.</li> <li>3. Льготное кредитование, налогообложение, ускоренная амортизация при производстве и использовании новых технологий.</li> <li>4. Поддержка ТСЖ.</li> </ol>
Поддержка ВЭД	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Создание благоприятного климата для иностранного инвестора в сфере ЖКХ.</li> <li>2. Государственные гарантии для иностранных кредиторов.</li> </ol>
Научное обеспечение	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Финансирование ключевых направлений науки по проблемам ЖКХ.</li> <li>2. Финансирование затрат на воспроизводство кадров.</li> <li>3. Финансирование затрат на разработку ключевых технологий.</li> </ol>
Кадровое обеспечение ЖКХ	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Организация системы государственной подготовки и повышения квалификации предпринимателей, менеджеров, сотрудников, структурных подразделений ЖКХ путем финансирования их подготовки.</li> <li>2. Создание нормативно-правовой базы для функционирования частных учебных заведений, осуществляющих подготовку и повышение квалификации кадров ЖКХ.</li> </ol>

В современных российских условиях государство призвано решить следующие три главные задачи, позволяющие существенно снизить остроту проблем развития ЖКХ:

- 1) наращивать потенциал производительных сил;
- 2) формировать рыночную инфраструктуру и среду для перевода всей национальной экономики на рельсы инновационного развития;
- 3) обеспечить достойный уровень благосостояния всех россиян.

Содержательный анализ проблемы показал, что к числу наиболее значимых факторов, которые необходимо учитывать при решении этой триединой задачи относятся:

- объем привлеченных инвестиций;
- форма собственности предприятий ЖКХ;
- наличие обратных связей в системе ЖКХ;
- тарифы на услуги ЖКХ;
- степень износа инженерных сетей.

При решении задачи повышения эффективности функционирования системы ЖКХ крупных городов необходимо учитывать, в первую очередь, именно эти факторы, если речь идет именно об экономической составляющей этой сложной социально-экономической проблемы. Анализ экономики системы ЖКХ крупных городов методами экономико-математического моделирования посвящена вторая глава диссертации.

Во второй главе «Моделирование системы ЖКХ крупных городов» УК позиционирована как инструмент взаимодействия города с предприятиями ЖКХ и горожанами, проанализированы функции производственных предприятий ЖКХ и ТСЖ в обеспечении жизнедеятельности крупного города.

Для развития производственных предприятий, входящих в сферу интересов УК и их полноценного функционирования необходимо иметь четкую систему инвестиционных приоритетов и принципов принятия решений об инвестировании, на основании которых разрабатываются инвестиционные проекты. Инвестиционная стратегия г. Самары нацелена на достижение: а) краткосрочных результатов (устранение аварий); б) среднесрочных (капитальный ремонт зданий, сооружений и т.п.); в) долгосрочных результатов (модернизация городского хозяйства с целью поддержания его в рабочем состоянии).

В качестве эмпирической базы, необходимой для математического моделирования экономических процессов, протекающих в системе ЖКХ, в диссертации рассмотрен ряд инвестиционных проектов, направленных на решение конкретной проблемы обеспечения водоканализационной системы г. Самары комплектующими. Приведем характеристики этих проектов, необходимых для ремонтно-восстановительных работ в системе горячего и холодного водоснабжения города:

- 1) производство крепежных изделий;
- 2) производство фурнитуры методом штамповки полиуретаном;
- 3) производство фурнитуры методом фрезерования;
- 4) производство кранов;
- 5) производство тройников;
- 6) производство задвижек.

При оценке инвестиционных проектов годовая ставка дисконтирования полагалась равной  $r = 14\%$ . В таблице 2 приведены результаты анализа этих проектов.



**Финансово-экономическая оценка инвестиционных проектов**

Проекты:	1	2	3	4	5	6
Начальные инвестиции:	9 000 000	7 360 000	18000000	17630000	9 100 000	8 250 000
Поступления:						
1 год	1 853 768	2 414 536	3 454 375	6 657 432	3 565 795	3 763 221
2 год	3 512 556	3 465 856	5 445 433	5 756 465	6 532 196	3 646 480
3 год	4 245 635	3 645 223	5 533 263	5 323 198	5 219 827	3 557 532
4 год	4 035 726	5 545 578	6 546 514	5 758 561	5 022 870	3 125 646
5 год		6 545 481	8 983 189	5 325 498		
Остаточная ликвидационная стоимость	8301313	6788630	16602627	16261351	8393550	7609537
Среднегодовая прибыль	2593060	4107168	4554342	5476019	3864731	3570196
<i>NPV</i>	366983	6182038	968767	1952065	5243933	1905862
<i>PI</i>	1,041	1,840	1,054	1,111	1,576	1,231
<i>IRR</i>	16,77%	40,82%	19,28%	19,44%	15,14%	26,36%
<i>PP</i> , лет	3	4	4	4	3	3
<i>DPP</i> , лет	4	5	5	5	4	3
<i>ARR</i>	0,275	0,533	0,247	0,297	0,405	0,413

Анализ показал, что за счет ресурсов города можно реализовать указанные проекты только в определенной последовательности, т.к. инвестиционные ресурсы ограничены. Это значит, что реализация инвестиционных проектов 1-6 в оптимальной последовательности возможна лишь в случае согласованного управления проектами.

Из таблицы 2 видно, что наиболее выгодны проекты 2 и 5. Причем проект 2 является абсолютным лидером почти по всем показателям. Проекты 2 и 5 имеют практически одинаковый дисконтированный срок окупаемости. Более высокая стоимость проекта 5 связана с необходимостью закупки дорогого прессового оборудования, которое необходимо и для реализации проекта 2. В таких ситуациях и возникает проблема применения проектного подхода, результаты реализации которого представлены в таблице 3.

Таблица 3

**Последовательность осуществления инвестиционных проектов**

№ проекта	Очередность в рамках проектного подхода	№ проекта	Очередность в рамках проектного подхода
1	6	4	3
2	2	5	1
3	5	6	4

Для реализации проектов в указанной в таблице 3 последовательности необходимо, чтобы производственные предприятия коммунального хозяйства работали устойчиво. В связи с этим возникает задача моделирования устойчивости производства в сфере услуг ЖКХ, в т.ч., производственных предприятий и УК ЖКХ.

Для моделирования работы системы ЖКХ наиболее адекватен подход, чаще всего используемый для описания макроэкономических систем. В основе этого подхода лежит предположение о том, что городское ЖКХ представляет собой весьма инертную систему, в которой все экономические процессы протекают относительно медленно, но, несмотря на это, эффекты запаздывания капитализации инвестиций от инвестиционных решений являются существенными. На основе этого предположения была построена динамическая балансовая модель среднестатистического предприятия ЖКХ, на основе которой можно прогнозировать эволюцию укрупненных экономических показателей предприятия или управляющей компании.

Основное уравнение динамической модели предприятия ЖКХ имеет вид

$$\begin{cases} \frac{dY(t)}{dt} = \mu \{ \theta^{-1} [K(t+\theta) - K(t)] + \Omega(t) - (1-c)Y(t) \} \\ \frac{dK(t+\theta)}{dt} = \alpha(1-c)Y(t) - k(t)K(t) + B_e(t) \end{cases} \quad (1)$$

где  $A$  - постоянные издержки, управляющая функция  $\Omega = A - D - Cr - S$ , причем доходная часть бюджета предприятия ЖКХ складывается из нескольких величин: 1) доходы от реализации услуг; 2) дотации из местного бюджета ( $D$ ); 3) заемные средства, в т.ч. банковский кредит ( $Cr$ ); 4) субвенции из городского бюджета ( $S$ ). В системе (1) также использованы следующие обозначения:  $K$  - основные фонды предприятия,  $Y$  - объем услуг, предоставляемых в единицу времени,  $B_e(t)$  - величина привлеченных инвестиций,  $\mu^{-1}$  - время запаздывания предложения от спроса,  $\theta$  - время запаздывания капитализации инвестиций от инвестиционных решений,  $k$  - темп выбытия основных фондов предприятия,  $\alpha$  - доля доходов, направляемая на собственное потребление.

В приближении стабильности предоставления услуг  $Y = const$  и управляющей функции  $\Omega = const$  получено точное выражение для динамики объема основных фондов производственного предприятия ЖКХ (либо УК ЖКХ), представляющее собой решение уравнения (1) при указанных ограничениях:

$$K(t) = \left[ \int_0^t \exp\left(\int_0^\xi k(\tau) d\tau\right) \cdot \chi(\xi) d\xi + K_0 \right] \cdot \exp\left(-\int_0^t k(\tau) d\tau\right). \quad (2)$$

где  $K_0 = K(t=0)$ , и  $\chi(t) = \alpha \cdot (1-c) \cdot Y + B_e(t)$ . Дальнейший анализ проведем, полагая, что темпы выбытия основных фондов постоянны ( $k = const$ ).

В этом приближении на основе точного решения исходной системы уравнений (1) разработана (**статическая модель предприятия, предоставляющего услуги ЖКХ**).

Если предприятие ЖКХ работает стабильно, предоставляя услуги с постоянной скоростью, и равномерно наращивая капитал, то выполняется условие стационарности:

$$\begin{cases} \mu \{ \theta^{-1} [K(\theta) - K(0)] + \Omega - (1-c)Y \} = 0 \\ \alpha(1-c)Y - kK + B_e = 0 \end{cases} \quad (3)$$

Анализ показал, что критерий стабильности работы имеет вид

$$\alpha < k\theta / [1 - \exp(k\theta)], \quad (4)$$

трактовка которого абсолютно прозрачна. Работа УК и производственного предприятия на рынке услуг ЖКХ не предполагает большого объема вложений собственных средств. Это и есть критерий, определяющий соотношение между вложением собственных средств и привлеченных инвестиций при реализации программ по восстановлению инженерной инфраструктуры крупных городов.

Предположим, что бюджет крупного города утвержден на 1 год. В этом случае при невысоком темпе роста объема предоставляемых услуг

$$c \approx 1 - [(\Omega_1 - \Omega_2) + B_0] / [(Y_1 - Y_2)(1 - \alpha)] \quad (5)$$

В случае, когда темп выделения бюджетных средств и поступление собственных доходов в течение года постоянно, на работы по обустройству города УК тратит 30% собственных доходов ( $\alpha = 0,3$ ). Этот процент определяется договором между городом и предприятием ЖКХ (либо УК ЖКХ). Тогда

$$c \approx 1 - B_0 / [0,07Y_1] \quad (6)$$

Из соотношения (6) следует несколько выводов.

1. На собственное потребление нельзя расходовать заемные средства. Предприятие ЖКХ, как и всякий хозяйствующий субъект, должна работать рентабельно.

2. Суммы денежных средств сторонних инвесторов или кредиторов, привлекаемые для осуществления текущего ремонта городских инженерных сетей, не должны превышать 7% от собственных доходов.

Результаты приведенных выше модельных расчетов позволяют стабилизировать работу предприятий системы ЖКХ за счет правильного распределения общего объема финансовых средств по укрупненным позициям (обновление основных фондов, издержки, привлеченные ресурсы и т.п.). Однако население оценивает качество работы системы ЖКХ не по ее финансовому результату, а по качеству предоставляемых услуг. В связи с этим возникает задача оптимизации использования денежных средств для предоставления услуг ЖКХ населению. Для крупного города, каковым является г. Самара, численность населения превышает 1 млн. человек. Поэтому для оптимизации объемов и качества услуг ЖКХ, предоставляемых населению, необходимо использовать методы теории массового обслуживания.

Рассмотрим **адаптацию модели Эрланга к задаче массового обслуживания в системе ЖКХ**. Одной из главных задач, стоящих перед ТСЖ, является поддержание жилищ членов ТСЖ в пригодном для проживания состоянии. Все это должны поддерживать в рабочем состоянии аварийно-ремонтные бригады различных предприятий ЖКХ.

Дефицит кадров приводит к тому, что многие предприятия ЖКХ не в состоянии обеспечить бесперебойную работу инженерной инфраструктуры жилых домов. В связи с этим перед ТСЖ возникает задача выбора предприятия ЖКХ, которое полностью и по минимальным расценкам удовлетворит потребности жильцов в ремонте.

Предположим, что в диспетчерскую службу предприятия поступает простейший поток требований интенсивности  $\lambda$ . Допустим, что в штате предприятия ЖКХ имеется  $m$  идентичных исполнителей. Будем считать, что если в момент поступления очередного требования имеется хотя бы один не занятый исполнитель, то оно немедленно начинает обслуживаться.

Для простоты положим, что одно требование обслуживается одним исполнителем, который в каждый момент времени обслуживает не более одной заявки, а длительность обслуживания представляет собой случайную величину с законом распределения  $F(x)$ :

$$F(x) = 1 - \exp(-mx), \quad (7)$$

где  $1/m$  - среднее время обслуживания одной заявки.

Применим подход ТМО к задаче о законе распределения длительности ожидания услуги в системе ЖКХ. Обозначим через  $P\{\gamma > t\}$  вероятность того, что время ожидания превзойдет  $t$ , и через  $P_k\{\gamma > t\}$  вероятность того, что в момент поступления требования, в очереди уже находится  $k$  требований.

Для распределения (7)

$$P\{\gamma > t\} = \tilde{\pi} \exp[(nm - \lambda)t] \quad (8)$$

где  $n$  - число исполнителей. При этом средняя длительность ожидания равна  $a = \tilde{\pi} / [m(m - \rho)]$ , причем  $r = l / m$ , а величина  $\tilde{\pi}$  зависит от  $k$ . При  $k = 1$  значение  $\beta = r$ .

На основе адаптированной модели Эрланга оптимизировалась производственная деятельность МУП «Коммунальник», а также аварийно-ремонтной службы г. Самары, обеспечивающей ремонт систем холодного и горячего водоснабжения и канализации в целом. Опишем методику оптимизации работы одного производственного предприятия и системы ЖКХ в целом. В основе этой методики лежит требование бесперебойной работы системы массового обслуживания, т.е. такого ЖКХ, в котором отсутствуют задержки в ремонте. Она включает в себя следующие экономические показатели:

- доход, приносимый исполнителем данной специальности при обслуживании одной заявки ( $C_1$ );
- средняя дневная оплата труда одного исполнителя ( $C_2$ );
- среднее число ежедневно обслуживаемых заявок ( $\bar{K}$ );
- производственные издержки, связанные с обслуживанием одной заявки ( $C_3$ );
- ежедневные непроизводственные издержки ( $d$ );
- удельные (в расчете на 1 исполнителя) ежедневные общие издержки ( $\bar{K}C_3 + d$ );
- общий ежедневный доход при имеющемся штате исполнителей ( $nmC_1$ );
- общие ежедневные расходы при имеющемся штате исполнителей ( $n[\bar{K}C_3 + d]$ );
- минимальный тариф ( $C_1 > (C_2 + \bar{K}C_3 + d)/m$ );
- расчет оптимального числа исполнителей одной специальности ( $nm \approx \lambda$ );
- расчет общего экономического эффекта от реформирования ЖКХ (см. табл. 4).

Рассмотрим конкретный пример, демонстрирующий масштабы экономического эффекта от внедрения данной методики.

Вплоть до середины 2006 года (т.е. до начала внедрения разработанной методики) согласно действовавшим тарифам обслуживание 1 заявки приносило МУП «Коммунальник» средний доход  $C_1 = 530$  руб., причем в среднем в день поступало  $\lambda = 14$  заявок на обслуживание. «Пропускная способность канала»  $m = 3$ , то есть 1 исполнитель за один день в состоянии осуществить ремонт 3 квартир, в которых произошли аварии в системах водоснабжения или канализации. Средние издержки при ремонте 1 квартиры составляли  $C_3 = 280$  руб. В МУП «Коммунальник» на аварийно-ремонтных работах в системе водоканализации и теплоснабжения работало  $n = 3$  исполнителя (слесаря-сантехника). Средняя заработная плата одного исполнителя составляла  $C_2 = 12000$  руб./месяц. В одном месяце 24 рабочих дня, то есть  $C_2 = 500$  руб./день. На основании многолетнего опыта работы известно, что все исполнители в системе ЖКХ загружены постоянно, поэтому  $\bar{K} = 3$ . Таким образом, работа одного исполнителя приносила МУП «Коммунальник» доход  $mC_1 = 1590$  руб./день. В то же время издержки в пересчете на 1 исполнителя составляли  $C_2 + \bar{K}C_3 = 1340$  руб./день. К этой сумме необходимо прибавить расходы на содержание управленческого персонала, налоги, а также накладные и прочие расходы. В пересчете на одного исполнителя они составляли  $C_2 + \bar{K}C_3 + d = 1760$  руб./день.

На основе сопоставления удельных доходов и издержек можно сделать вывод: до внедрения разработанной методики анализируемое МУП «Коммунальник» и вся система городского ЖКХ было планово убыточными. Они существовали только за счет дотаций из городского бюджета, который ежедневно на ремонтах только в системе водоснабжения и канализации терял 85340 руб.

В результате внедрения описанной методики расчетов, которая была разработана в связи с начавшейся приватизацией предприятий ЖКХ, создания УК ЖКХ, образования ТСЖ, и заключения прямых договоров обслуживания, были подняты расценки на услуги ЖКХ. Рост коммунальных платежей повлек за собой увеличение дохода от обслуживания одной заявки до  $C_1 = 610$  руб./день. Поднимать расценки еще выше нецелесообразно, так как это привело бы к потере конкурентоспособности предприятия на рынке услуг ЖКХ. При повышении цен ТСЖ, члены которого пользуются услугами МУП «Коммунальник», заключило бы договор с другим предприятием коммунального хозяйства. В результате доход, приносимый одним исполнителем, вырос до величины  $mC_1 = 1830$  руб./день, и

предприятие стало формально рентабельным. Его средний доход достиг величины 210 рублей в день. Однако если учесть, что за 1 день поступало  $\lambda = 14$  заявок, а имеющимся персоналом можно осуществить обслуживание только 9 заявок, то отсюда следует, что часть квартир постоянно оставалась в аварийном состоянии. Поэтому для выполнения соотношения  $mn > \lambda$  необходимо увеличить штат исполнителей до  $n = 5$ , так как при  $n < 5$  на выплаты по судебным искам к МУП «Коммунальник» со стороны членов ТСЖ будет израсходована вся полученная прибыль, что делает производство нерентабельным.

Приведенные выше методические расчеты были использованы при формировании программы развития системы ЖКХ города Самары. Внедрение разработанной методики расчета доходов, издержек и штата системы ЖКХ привело к существенному повышению рентабельности и экономии бюджетных средств в масштабах города (см. табл. 4).

Таблица 4

**Результаты внедрения методики расчетов для системы водоснабжения и канализации**

Этапы развития ЖКХ	Доходы (руб/год)	Издержки (руб/год)	Штаты (человек)
До внедрения	291 335 700	322 484 800	502
После внедрения	556 402 350	535 119 200	833

Приведенные расчеты дают обоснование общего принципа формирования тарифов на услуги ЖКХ. Это принцип «тотальной рентабельности»: общая рентабельность работы предприятия формируется из рентабельной работы всех его сотрудников. Этот вывод применим и ко всей производственной сфере ЖКХ в целом.

В главе 3 «Направления развития системы ЖКХ крупных городов» проанализированы избранные аспекты информационной и законодательной базы ЖКХ РФ, рассмотрены особенности организации работы ЖКХ г. Самары, намечены направления развития ЖКХ крупных городов. На основе анализа состояния и тенденций развития ЖКХ выделены следующие основные направления совершенствования работы системы ЖКХ в целом:

- смена формы собственности предприятий ЖКХ;
- развитие системы ТСЖ;
- создание справедливой системы образования тарифов;
- повышение инвестиционной привлекательности сферы ЖКХ крупных городов;
- возрождение инженерной инфраструктуры городского ЖКХ в условиях рынка.

Все перечисленные мероприятия направлены на повышение качества услуг ЖКХ, оказываемых населению и предприятиям крупных городов. Рассмотрим их в приведенном порядке.

В исследуемый период (2005-2009 гг.) часть муниципальных предприятий была приватизирована, а также образованы ТСЖ и УК ЖКХ. Параллельно с этими процессами разрабатывалась методика расчетов укрупненных экономических показателей системы ЖКХ, на основе которых формировались тарифы.

В течение исследованного периода город расплачивался за выполненные работы с некоторой задержкой, и УК ЖКХ, и предприятия-подрядчики были вынуждены брать кредиты. В связи с этим почти у всех субъектов рынка услуг ЖКХ возникали финансовые проблемы. Как следствие, перед предприятиями сферы ЖКХ и перед кредитными учреждениями со всей остротой стояла задача прогнозирования кредитоспособности заемщика.

Наиболее совершенные методы прогноза кредитоспособности заемщика основаны на математических моделях финансового анализа. Например, согласно модели Фулмера:

$$Z = \sum_{i=0}^9 \hat{C}_i = V_i \quad (9)$$

где  $\hat{C}_0 = -6.075$ ,  $\hat{C}_1 = 5.528$ ,  $\hat{C}_2 = 0.212$ ,  $\hat{C}_3 = 0.073$ ,  $\hat{C}_4 = 1.270$ ,  $\hat{C}_5 = -0.120$ ,  $\hat{C}_6 = 2.335$ ,  $\hat{C}_7 = 0.575$ ,  $\hat{C}_8 = 1.083$ ,  $\hat{C}_9 = 0.894$ ,  $V_0 = 1$ , где  $V_1 =$  нераспределенная прибыль прошлых лет / совокупные активы;  $V_2 =$  объем реализации / совокупные активы;  $V_3 =$  прибыль до уплаты налогов / совокупные активы;  $V_4 =$  денежный поток / полная задолженность;  $V_5 =$  долговые обязательства / совокупные активы;  $V_6 =$  текущие пассивы / совокупные активы;  $V_7 = \log$  (материальные активы);  $V_8 =$  оборотный капитал / полная задолженность;  $V_9 = \log$  (прибыль до уплаты процентов и налогов / выплаченные проценты).

Результаты анализа по модели Фулмера позволили сделать вывод, что, начиная со 2 квартала 2006 г. (т.е. после приватизации и внедрения разработанных методик), МУП «Коммунальник» стало кредитоспособным. До этого оно было некредитоспособным. Аналогичный расчет, проведенный по моделям Бивера, Альтмана и Тоффлера подтвердил этот вывод, подкрепленный также результатами анализа, полученными методами теории систем массового обслуживания. Отсюда следует, что внедрение разработанных методик в сочетании с организационными мероприятиями привело к существенному повышению финансовой устойчивости производственных предприятий ЖКХ, что свидетельствует об адекватности выбранных методов моделирования и достоверности результатов расчетов.

Проблема экономической эффективности предприятий ЖКХ в свете соотношения цена/качество оказываемых услуг напрямую связана с проблемой ценообразования на олигополистическом рынке, каковым является рынок услуг ЖКХ. Для того чтобы уровень тарифов был справедливым, как для населения, так и для предприятий, предоставляющих услуги ЖКХ, необходимо объективно оценивать качество оказываемых услуг. В системе ценообразования в сфере услуг ЖКХ имеется постоянный спрос, основной отличительной особенностью которого является не эластичность по цене. Поэтому оценка качества услуг встречается с трудностями, которые носят объективный характер. В соответствии с этим был проведен факторный анализ статистических данных о состоянии системы ЖКХ в г. Самаре за 2008 г. (см. табл. 5).

Таблица 5

**Статистические данные по г. Самара за 2008 год**

№	Наименование фактора	Значение
1	Число источников теплоснабжения, единица	120
2	Число источников теплоснабжения мощностью до 3 Гкал/ч, единица	61
3	Протяженность тепловых и паровых сетей в двухтрубном исчислении, км.	708,8
4	Протяженность тепловых и паровых сетей в двухтрубном исчислении, нуждающихся в замене, км.	306,1
5	Одиночное протяжение уличной водопроводной сети, км.	1479,6
6	Одиночное протяжение уличной водопроводной сети, нуждающейся в замене, км.	1045,1
7	Одиночное протяжение уличной канализационной сети, км.	1231,3
8	Одиночное протяжение уличной канализационной сети, нуждающейся в замене, км.	904
9	Одиночное протяжение уличной газовой сети, км.	3248,4
10	Общая площадь жилых помещений, тыс. кв.м.	25109,2
11	Общая площадь жилых помещений в ветхих и аварийных жилых домах, тыс. кв.м.	1070,4
12	Число проживающих в ветхих жилых домах	63390
13	Число проживающих в аварийных жилых домах	2170
14	Протяжение тепловых и паровых сетей, которые были заменены и отремонтированы за отчетный год, метр	22998,9
15	Одиночное протяжение уличной водопроводной сети, которая заменена и отремонтирована за отчетный год, метр	2250
16	Одиночное протяжение уличной канализационной сети, которая заменена и отремонтирована за отчетный год, метр	1500

На основе этого анализа были выявлены критерии, по которым граждане города судят об эффективности и качестве работы системы ЖКХ. Было установлено, что для среднего горожанина наиболее важными субъективными показателями качества работы городских служб являются электроснабжение, холодное и горячее водоснабжение, канализация, освещение улиц и состояние дорожного покрытия. Величина квартирной платы и темпы ее роста затрагивают интересы более 80% горожан.

В период 2007-2009 годы в г. Самаре были образованы десятки ТСЖ. За последний год реформированный МУП «Коммунальник» произвел капитальный ремонт 4 многоквартирных домов, расположенных по Волжскому проспекту.

За счет привлечения частных инвестиций город смог за 2 года отремонтировать значительную часть инженерных сетей, нуждающихся в безотлагательном ремонте или замене (см. табл. 5). Все эти факты однозначно указывают на то, что в условиях рынка начался процесс возрождения инфраструктуры городского ЖКХ.

В заключении сформулированы основные выводы и положения, выносимые на защиту.

### **ВЫВОДЫ И РЕКОМЕНДАЦИИ**

На основе выполненных исследований автором разработаны модели и методы повышения эффективности и рентабельности функционирования системы обслуживания в системе ЖКХ крупных городов. Наиболее важные научные и практические результаты, полученные в работе, состоят в следующем:

1. Показано, что рынок услуг ЖКХ является открытым, организованным, регулируемым как прямо, так и косвенно, стабильным, конкурентным; сделки на котором жестко локализованы в пространстве и времени, а взаимосвязи встречаются как горизонтальные, так и вертикальные.
2. Показано, что ТСЖ является ключевым элементом, осуществляющим обратную связь в системе ЖКХ.
3. Разработана динамическая модель деятельности производственного предприятия ЖКХ, работающего по контракту с ТСЖ, базирующаяся на укрупненных уравнениях динамики финансовых потоков, позволяющая установить взаимосвязь между величиной основных фондов и объемом услуг, предоставляемых в единицу времени.
4. Разработана статическая модель работы производственного сектора в системе ЖКХ и сформулирован критерий стабильности предоставления услуг.
5. Предложен алгоритм адаптации модели Эрланга для анализа работы предприятий ЖКХ, как системы массового обслуживания населения. На этой основе создана методика расчета оптимального штатного расписания для исполнителей на производственных предприятиях коммунального хозяйства.
6. Разработан комплекс организационно-экономических мероприятий по совершенствованию системы обслуживания в ЖКХ крупных городов за счет эффективного использования бюджетных и внебюджетных средств. Этот комплекс включает себя смену формы собственности муниципальных предприятий систем ЖКХ, а также системы долевого закупа коммунальных услуг. Важнейшими инструментами повышения эффективности и качества работы системы обслуживания в ЖКХ городов являются тарифы, и эффективная работа ФАС по локальному регулированию деятельности естественных монополий.
7. Выявлены значимые экономические, организационные и технические факторы, влияющие на объем и качество коммунальных услуг в крупных городах.

Установлено, что важнейшую роль в повышении эффективности функционирования системы ЖКХ крупных городов играет рациональное использование бюджетных средств.

Полученные научные и практические результаты имеют большое значение, как теоретическая и методическая основы создания средств экономико-математического обеспечения поддержки принятия управленческих решений в системе ЖКХ.

**Список работ по теме диссертации, опубликованных в рецензируемых изданиях, определенных ВАК**

1. **Офицеров А.А.** Работа ЖКХ и теория массового обслуживания. [Текст] / А.А. Офицеров // Обозрение прикладной и промышленной математики, т.12, вып. 2, часть 2, Москва, 2005, с.458-459.
2. **Офицеров А.А.** Работа ЖКХ и теория массового обслуживания. [Текст] / А.А. Офицеров // Обозрение прикладной и промышленной математики, т.12, вып. 2, Москва, 2005, с.458-459.
3. **Офицеров А.А.** Оптимизация цен на услуги ЖКХ. [Текст] / А.А. Офицеров // Обозрение прикладной и промышленной математики, т.12, вып. 4, часть 2, Москва, 2005, с.1056-1057.
4. **Офицеров А.А.** Классификация жителей города и проблема ЖКХ. [Текст] / А.А. Офицеров // Обозрение прикладной и промышленной математики, т.13, вып. 4, Москва, 2006, с.696-697.
5. **Офицеров А.А.** Принцип обратной связи в системе ЖКХ. [Текст] / А.А. Офицеров // Российское предпринимательство, т. 8 (август), вып. 2, Москва, 2009, с. 91-94

**Список других публикаций по теме диссертации**

1. **Офицеров А.А.** Кластерный анализ как средство классификации жителей города. [Текст] / А.А. Офицеров // Сборник статей молодых ученых и студентов «О научных проблемах, которые предстоит решать молодым...», составленный по материалам X межвузовской конференции студентов и аспирантов Самарского института управления, Самара, СИУ, 2004, с. 153-158
2. **Офицеров А.А.** ЖКХ как объект теории массового обслуживания. [Текст] / А.А. Офицеров // Естествознание. Экономика. Управление. Межвузовский сборник, посвященный памяти А.И. Федосова №4, вып. 2, Самара, СГАУ, 2003 г., с.35-43
3. **Офицеров А.А.** Опыт США в управлении социально-экономическими процессами. [Текст] / А.А. Офицеров // Естествознание. Экономика. Управление. Межвузовский сборник, посвященный памяти А.И. Федосова №5, вып. 2, Самара, СГАУ, 2004 г., с.56-62
4. **Офицеров А.А.** Проблемы городского ЖКХ. [Текст] / А.А. Офицеров // Естествознание. Экономика. Управление. Межвузовский сборник, посвященный памяти А.И. Федосова №6, вып. 2, Самара, СГАУ, 2005 г., с.56-62
5. **Офицеров А.А.** Классификация инвестиционных рисков. [Текст] / А.А. Офицеров // Естествознание. Экономика. Управление. Межвузовский сборник, посвященный памяти А.И. Федосова №7, вып. 2, Самара, СГАУ, 2006 г., с.60-63
6. **Офицеров А.А.** Постановка задачи массового обслуживания в ЖКХ. [Текст] / А.А. Офицеров // Обозрение прикладной и промышленной математики, т.14, вып. 4, Москва, 2007, с.697-698.
7. **Офицеров А.А.** Спрос и предложение в системе ЖКХ. [Текст] / А.А. Офицеров // Естествознание. Экономика. Управление. Межвузовский сборник, посвященный памяти А.И. Федосова №8, вып. 2, Самара, СГАУ, 2007 г., с.67-71
8. **Офицеров А.А.** ТСЖ как элемент обратной связи в системе ЖКХ. [Текст] / А.А. Офицеров // Естествознание. Экономика. Управление. Межвузовский сборник, посвященный памяти А.И. Федосова №9, вып. 2, Самара, СГАУ, 2008 г., с.60-71