

*На правах рукописи*



**Отоцкий Петр Леонидович**

**МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ СОЦИАЛЬНО-  
ЭКОНОМИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ РЕГИОНА С УЧЕТОМ  
ВНЕШНИХ ВОЗМУЩАЮЩИХ ВОЗДЕЙСТВИЙ**

Специальность 05.13.18 – Математическое моделирование,  
численные методы и комплексы программ

Автореферат  
диссертации на соискание ученой степени  
кандидата физико-математических наук

Ярославль – 2008

Работа выполнена на кафедре прикладной математики Московского физико-технического института (государственного университета).

Научный руководитель: доктор физико-математических наук, профессор  
МАЛИНЕЦКИЙ Георгий Геннадьевич

Официальные оппоненты: доктор технических наук, профессор  
МАЛКОВ Сергей Юрьевич

кандидат физико-математических наук, доцент  
СТЕПАНЦОВ Михаил Евгеньевич

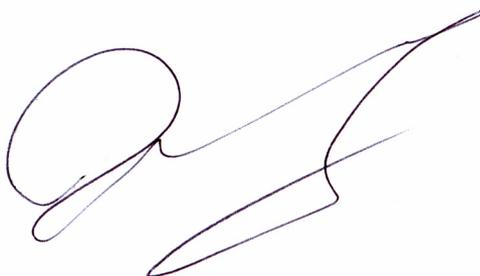
Ведущая организация: Институт системного анализа РАН

Защита диссертации состоится «19» декабря 2008 года в 15 часов на заседании диссертационного совета Д 212.002.05 при Ярославском государственном университете им. П.Г. Демидова по адресу: 150000, г. Ярославль, ул. Советская, д. 14.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Ярославского государственного университета им. П.Г. Демидова по адресу: г. Ярославль, ул. Полушкина роща, д. 1.

Автореферат разослан «18» ноября 2008 года.

Ученый секретарь  
диссертационного совета



Глызин С.Д.

# Общая характеристика работы

## Актуальность работы

Децентрализация управления в современной России определила возрастание значимости эффективного управления функционированием и развитием на региональном уровне. Однако исторически на региональном уровне не сформирован административный механизм долгосрочного социального и экономического планирования. Сегодня отсутствует утвержденная Министерством регионального развития РФ методика регионального планирования. Анализ существующих стратегий социально-экономического развития 47 субъектов РФ показал, что в России сложилось 5 различных подходов регионального планирования.

Анализ выявил несогласованность общей стратегии социально-экономического развития Российской Федерации с существующими стратегиями развития регионов, отдельных секторов экономики (например, электроэнергетики, транспорта и др.). Аналогичная несогласованность существует между стратегиями развития экономически связанных регионов. Таким образом, сегодня в практике отсутствует единый язык и единая система планирования регионального развития, которые бы позволили оперативно разрабатывать, согласовывать и корректировать стратегии развития соответствующих субъектов.

В Российской академии наук ведутся активные исследовательские работы по формализации, моделированию и прогнозированию регионального развития, а также по созданию информационных систем аналитической поддержки управления региональным развитием. Основные работы выполнены в ИПП РАН (Ивантер В.В., Узяков М.Н., Ксенофонтов М.Ю. и др.), ВЦ им. А.А. Дородницына РАН (Моисеев Н.Н., Петров А.А., Поспелов И.Г., Шананин А.А., и др.), ИПУ им. В.А. Трапезникова РАН (Васильев С.Н., Новиков Д.А., Кульба В.В., Бурков В.Н., Дорофеюк А.А., Цвиркун А.Д., Антипов В.И., Гусев В.Б. и др.); ФИАН им. П.Н. Лебедева РАН (Чернавский Д.С. и др.), ИПМ им. М.В. Келдыша РАН (Малинецкий Г.Г., Подлазов А.В., Малков А.С. и др.), ИСА РАН (Попков Ю.С., Лескин В.Н., Петровский А.Б., Иванов Ю.Н. и др.), ЦЭМИ РАН (Макаров В.Л., Михалевский Б.Н., Гребенников В.Г. и др.), Институт экономики РАН (Гринберг Р.С., Абалкин Л.И., Логинов В.П., Сорокин Д.Е., Сильвестров С.Н. и др.), ИМЭМО РАН (Дынкин А.А., Королев И.С., Могилевкин И.М. и др.), ИМЭПИ РАН (Гринберг Р.С., Барковский А.Н., Томберг Р.Г. и др.), Институтом международных организаций и междунаодного сотрудничества ГУ-ВШЭ (Горбунова Е.М., Ларионова М.В., Мешкова Т.А. и др.), Центром экономических и финансовых исследований и разработок РЭШ (Турдыева Н.А., Волчкова Н.А., Юдаева К.В. и др.), Институтом динамики систем и теорий управления СО РАН (Васильев С.Н., Батулин В.А., Гурман В.И., Данилина Е.В., Урбанович Д.Е.), Институтом экономики УрО РАН (Татаркин А.И., Куклин А.А. и др.). Однако использование подходов, эффективных при моделировании сложных технических систем или социальных и экономических явлений на уровне

страны, сталкивается с рядом серьезных проблем при описании явлений регионального уровня: чрезмерное редуцирование описания социальных и экономических процессов и факторов регионального развития, дефицит и несистемность исходной статистической информации на региональном уровне, открытость региона как объекта исследования с ненаблюдаемыми финансовыми и товарными потоками через его границу.

Поэтому усовершенствование математических методов аналитической поддержки администрации регионального уровня, разработка имитационно-экспертной модели социально-экономической системы региона, объединяющей методы математического моделирования и методы экспертной оценки, ориентированной на активное участие предметных специалистов региональной администрации в построении модели и прогнозировании регионального развития, является актуальной научной задачей.

### **Цель и задачи работы**

Целью диссертационной работы является разработка математических методов долгосрочного прогнозирования социально-экономического развития региона, разработка алгоритмов оценки устойчивости производственных секторов экономики региона и алгоритмов увеличения конкурентоспособности производственных предприятий региона. Для достижения поставленной цели было необходимо решить следующие задачи:

1. Разработать процедуру прогнозирования социально-экономического развития региона, использующую иерархическую композицию моделей.
2. Разработать модель социально-экономической системы региона, учитывающей демографию региона, занятость населения, развитие отдельных производственных секторов экономики, воспроизводство валового регионального продукта (ВРП).
3. Разработать алгоритм оценки устойчивости отраслей к возмущающим воздействиям, учитывающий неоднородность предприятий отрасли.
4. Разработать комплекс программ мониторинга инновационной активности в регионе в качестве подхода к повышению конкурентоспособности производственных предприятий региона.

**Объект исследования** – регион как открытая социально-экономическая система.

**Предмет исследования** – методы имитационно-экспертного моделирования социально-экономического развития региона.

### **Научная новизна**

1. Разработана имитационно-экспертная модель социально-экономической системы региона учитывающая демографию региона, занятость населения, развитие промышленности и сельского хозяйства, воспроизводство валового регионального продукта (ВРП).
2. Разработан алгоритм оценки развития отраслей при изменении конкурентного воздействия, учитывающий неоднородность предприятий

- отрасли на основе анализа ранговых распределений базовых микроэкономических показателей предприятий.
3. Разработана модель демографии региона на основе соотношений когортной динамики численности населения. За счет предварительной обработки исходной статистической информации с помощью интегральной сплайн интерполяции удалось свести временной шаг моделирования к одному году.
  4. Разработан новый алгоритм эволюционного построения баз данных для хранения плохо формализованной информации.

### **Практическая значимость**

1. Разработан долгосрочный прогноз социально-экономического развития Московской области до 2020 г. Произведен сравнительный анализ выполненного прогноза с официальным прогнозом, опубликованным в «Стратегии социально-экономического развития Московской области до 2020 г.».
2. Разработан прогноз развития реального сектора экономики Московской области при увеличении внешней конкуренции.
3. Разработан комплекс программ мониторинга инновационной активности в регионе, как подход к повышению конкурентоспособности производственных предприятий региона.

### **Методы исследования**

1. Методы имитационного моделирования.
2. Интегральная сплайн-интерполяция рядов статистических данных.
3. Метод построения и анализа ранговых распределений.
4. Когортный анализ (метод передвижки возрастов) демографического состояния региона.
5. Темпово-дефляторный анализ динамики макроэкономических показателей в рамках системы национальных счетов (СНС).
6. Метод эволюционного построения баз данных для хранения плохо формализованной информации.

### **На защиту выносятся**

1. Способ имитационно-экспертного моделирования социально-экономических систем.
2. Модель социально-экономической системы региона учитывающая демографию региона, занятость населения, развитие промышленности и сельского хозяйства, воспроизводство валового регионального продукта (ВРП).
3. Алгоритм оценки развития производственных секторов экономики региона при повышении внешней конкуренции.
4. Комплекс программ мониторинга региональной инновационной системы.
5. Алгоритм эволюционного построения баз данных для хранения плохо формализованной информации.

**Достоверность полученных результатов** работы обеспечивается использованием апробированных методов исследования, верификацией разработанных моделей и алгоритмов с помощью сопоставления результатов

ретроспективного моделирования с отчетной статистической информацией, а также интерпретацией и обсуждением полученных результатов в администрации Московской области и в научном сообществе.

### **Апробация работы и научные публикации**

Основные результаты диссертационной работы были доложены, обсуждены и получили одобрение специалистов на следующих научных конференциях и семинарах:

1. Научные конференции МФТИ (Долгопрудный, 2003-2006 гг.).
2. Международная конференция Метафорум «Новые направления в развитии организационной кибернетики» (Швейцария, г. Ст. Гален, 2007 г.).
3. VIII и IX Международные форумы «Высокие технологии XXI века» (г. Москва, 2007-2008 гг.).
4. Первый Межрегиональный форум «Российские высокие технологии» (г. Чебоксары, 2007 г.).
5. Вторая Международная конференция «Системный анализ и информационные технологии» (г. Обнинск, 2007 г.).
6. III Всероссийская молодежная конференция по проблемам управления (г. Москва, 2008 г.).

а также:

7. Выступление на Ученом совете Института прикладной математики им. М.В. Келдыша РАН по модели социально-экономического развития Московской области (г. Москва, 2007 г.).
8. Научные семинары отдела математического моделирования нелинейных процессов и синергетики Института прикладной математики им. М.В. Келдыша РАН.
9. Научные семинары отдела интеллектуальных систем управления и моделирования Института проблем управления им. В.А. Трапезникова РАН.
10. Доклады в Министерстве промышленности и науки Московской области по результатам долгосрочного прогноза социально-экономического развития Московской области.

Результаты диссертации были использованы Министерством промышленности и науки Московской области в процессе подготовки документов, связанных с совершенствованием государственного регулирования развития науки и промышленности на региональном уровне (имеется справка о внедрении результатов диссертационного исследования).

Методы имитационно-экспертного моделирования были использованы в Центре компьютерного моделирования и экспертного анализа Института прикладной математики им. М.В. Келдыша РАН в рамках проекта МЧС РФ по построению экспериментального стенда комплексной системы научного мониторинга.

Основные результаты диссертации опубликованы в 14 работах, в том числе в двух журналах из списка, рекомендованного ВАК РФ.

### **Структура и объем диссертации**

Диссертация состоит из введения, трех глав, заключения и списка использованных источников, включающих 387 наименований. Работа изложена на 133 страницах.

## КРАТКОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

### Введение

Во введении обоснована актуальность диссертационной работы, сформулированы цель и задачи исследования, охарактеризована научная новизна полученных результатов и их практическая значимость, указаны методы исследования, указаны положения, выносимые на защиту.

### Глава 1. Разработка модели социально-экономической системы региона

Глава начинается с обзора предшествующих работ по теме исследования. Имитационно-экспертная модель социально-экономического развития региона области строится на основе системы взаимоувязанных социальных и экономических моделей и экспертной оценке медленно изменяющихся на прогнозном интервале времени показателей.

С точки зрения наблюдения объекта управления, регион – это открытая система с плохо наблюдаемыми потоками экспорта и импорта, налоговых отчислений и ряда других показателей, для которой составить замкнутую систему уравнений по официальной статистической отчетности невозможно. Проблема построения модели социально-экономической системы региона с учетом внешних возмущающих воздействий заключалась в объединении ряда гипотез, математических моделей, экспертных оценок и вычислительных алгоритмов.

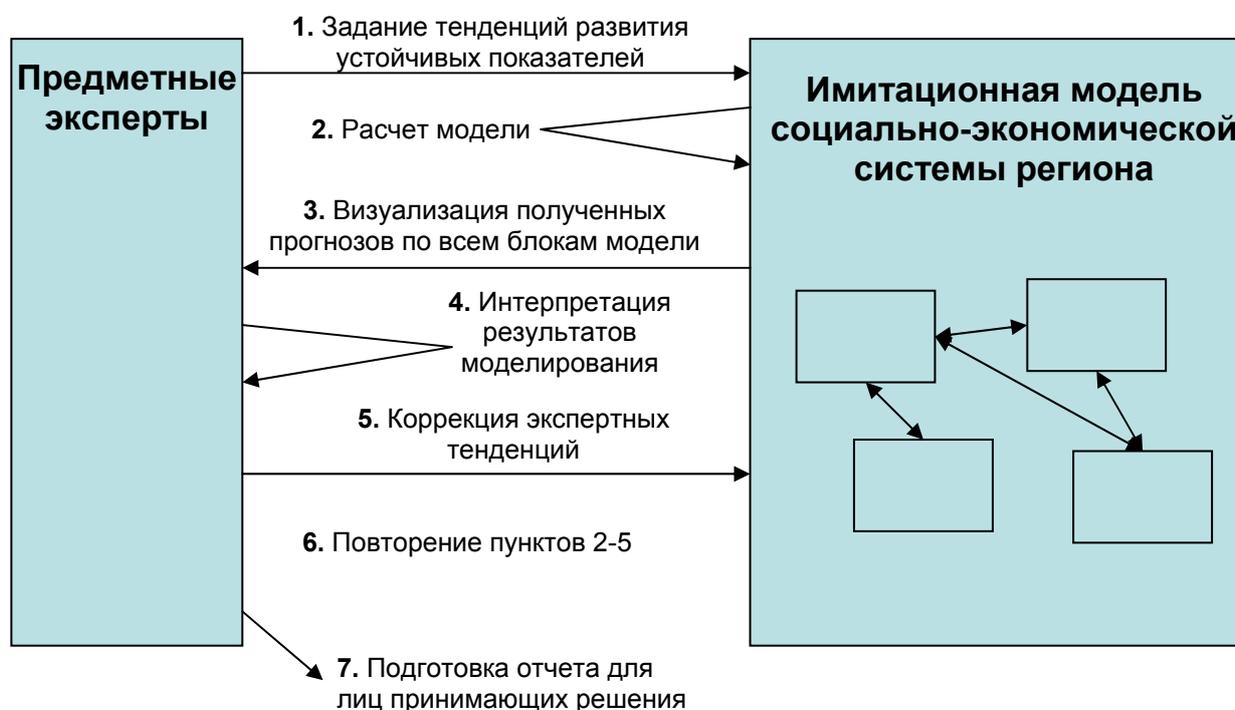


Рис. 1. Основной алгоритм имитационно-экспертного моделирования.

Для практической ценности модели было важно обеспечить совместимость понятийного аппарата предлагаемой имитационно-экспертной системы

индикативного планирования с понятийным аппаратом органов управления (Министерства промышленности и науки Московской области).

Поэтому была построена информационная система для интеграции математической модели региона с экспертными оценками развития медленно изменяющихся на прогнозном интервале времени (интегральных) показателей с возможностью корректировки экспертных оценок в диалоговом режиме (рис. 1).

Модель социально-экономического развития региона основывается на прогнозе развития экономики России и пропорциональной оценке показателей развития экономики региона. Затем определяется численность постоянного населения региона и количество потребных трудовых мигрантов. По количеству жителей и их доходам уточняется товарооборот и выпуски производственных секторов экономики. Отдельно (по возможностям инвестирования в жилищное строительство) определяется количество построенной жилплощади и загрузка строителей.

Для Московской области была построена имитационно-экспертная модель, включающая в себя блоки определения следующих показателей:

- Валовой региональный продукт (ВРП) – общие макроэкономические показатели экономики региона, доля в ВВП России, валовое накопление, инвестиции, динамика основных фондов, доходы населения;
- Демография – динамика численности населения и миграционные процессы, численность пенсионеров;
- Занятость – трудовые ресурсы региона, динамика долей занятости в различных секторах экономики;
- Промышленность – темпы роста выпуска промышленной продукции, производительность труда, доля занятых в промышленности;
- Сельское хозяйство (с/х) – темпы роста выпуска промышленной продукции, производительность труда, доля занятых в промышленности, анализ причин падения рентабельности сельского хозяйства региона.

Всего модель оперирует 48 показателями, 12 из которых являются устойчивыми и прогнозируются экспертно.

Модель демографии региона построена на расчетной оценке динамики возрастных когорт населения (методе передвижки возрастов). Всё население представляется суммой годовых когорт мужчин и женщин, исходная численность которых публикуется в официальной статистической отчетности. Когортные коэффициенты рождаемости, смертности и миграции определяются косвенным образом (при помощи интегральной сплайн-интерполяции) по официальной статистической отчетности соответствующих коэффициентов по пятилетним когортам населения.

Данный подход к моделированию демографических процессов широко распространен, однако из-за особенности исходной статистической информации (коэффициенты публикуются по 3, 5 и 10 летним возрастным группам населения), в большинстве отечественных когортных демографических моделях используется 5 летний временной шаг. В данной модели при помощи интерполяции коэффициентов по годовым возрастным

группам оказалось возможным использовать однолетний шаг, т.е. сделать прогноз численности пенсионеров, школьников, студентов, трудоспособного населения на один, два, три года вперед, что является важным аспектом для планирования регионального бюджета.



Рис. 2. Результаты расчета динамики распределения численности однолетних когорт женского населения Московской области для 2006, 2015, 2020 и 2030 гг.

Приведем основные соотношения динамики когорт населения:

$$Nm_t^i = Nm_{t-1}^i - kUm_{t-i} \cdot Nm_{t-1}^i + M_{t-i} \cdot kMmw, \quad (1)$$

где:  $Nm_i$  – число мужчин в когорте  $i$ ;  
 $i$  – номер когорты (соответствует году рождения людей в когорте);  
 $t$  – расчетный год;  
 $t-i$  – возраст людей в когорте  $i$ ;  
 $kUm$  – возрастной коэффициент смертности;  
 $M$  – возрастной объем миграционного прироста;  
 $kMmw$  – доля мужчин в миграционном приросте.

Аналогичные уравнения описывают динамику женских когорт.

Число новорожденных мальчиков ( $t=i$ ) определяется следующим образом (аналогичные соотношения описывают число новорожденных девочек):

$$Nm_t^i = kRmw \cdot \sum_{j=0}^{100} kR_j \cdot Nw_{t-1}^{t-j} + M_0 \cdot kMmw, \quad (2)$$

где:  $Nmi$  – число новорожденных мужчин;  
 $i$  – номер когорты (соответствует году рождения людей в когорте),  
 для новорожденных  $i = t$ ;  
 $kRmw$  – доля мальчиков в новорожденных детях;  
 $Nw$  – численность женщин по годовым когортам;  
 $kRj$  – возрастной коэффициент рождаемости по когортам матерей;

Полученные результаты моделирования демографических показателей для Московской области приведены на рис. 3.

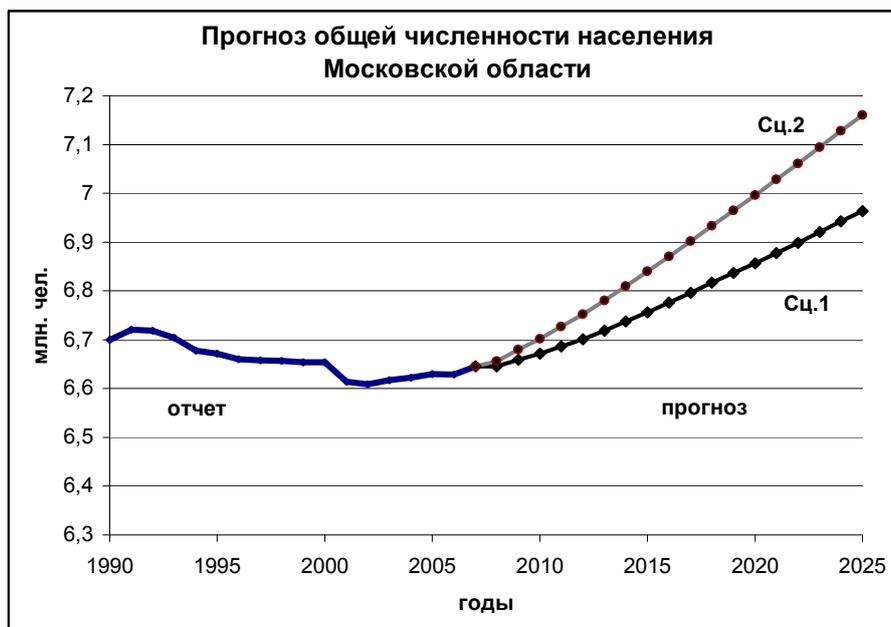


Рис. 3. Долгосрочный прогноз общей численности населения Московской области для двух сценариев развития.

В модели экономической системы региона приняты следующие предположения:

1. Доля ВРП региона ВВП России на длительном промежутке времени (до 15 лет) меняется плавно и предсказуемым образом;
2. Производительность труда в производственных секторах экономики меняется плавно и предсказуемым образом, она зависит от интенсивности освоения новых технологий (и ряда других факторов), но знание экспертами инвестиционного процесса в соответствующих секторах экономики и технологий позволяет вносить нужные корректировки;
3. Показатели производственных секторов экономики, такие как выпуски, промежуточное потребление, запасы, незавершённое производство, основные производственные фонды (ОПФ), вводы ОПФ, выбытие ОПФ и ряд других (кроме налогов и субсидий) представимы в темпово-дефляторной форме (1-3);
4. В модели учитываются только материально-вещественный аспект воспроизводства ВРП (не учитывается финансовый аспект), в связи с тем, что услуги финансового посредничества (банковская деятельность) определяется Росстатом только на федеральном уровне.

Темпово-дефляторная форма записи показателя:

$$X_t = D_t \cdot P_t \cdot X_0, \quad (3)$$

$$X_t = d_t \cdot p_t \cdot X_{t-1}, \quad (4)$$

$$XS_t = P_t X_0, \quad (5)$$

где:  $X_t$  – значение показателя в текущих ценах;

$D_t$  – базисный дефлятор;

$P_t$  – базисный темп;

$X_0$  – базисное значение показателя;

$d_t$  – текущий дефлятор;

$p_t$  – текущий темп;

$X_{t-1}$  – значение показателя в предыдущем тактовом периоде;

$XS_t$  – значение в сопоставимых ценах.

Для горизонта прогноза в 10-20 лет тактовый период – 1 год.

В отличие от распространенных макроэкономических моделей, расчет производился как в текущих ценах, так и в сопоставимых ценах базисного года. Это позволило отделить динамику темпов выпуска, ВРП и пр. показателей от высокочастотных, с точки зрения долгосрочного прогноза, колебаний цен производителей и потребителей на различные виды продукции.

Основные соотношения макроэкономической модели региона:

$$WWP^1_t = XO_t + NL_t - SB_t - Z_t, \quad (6)$$

$$WWP^2_t = WN_t + YD_t + YG_t + YNK_t + EX_t - IM_t + STR_t, \quad (7)$$

$$WWP^1_t = WWP^2_t = WWP_t, \quad (8)$$

$$Z_t = b_t \cdot WWP_t, \quad (9)$$

$$CNL_t = NL_t - SB_t = n1_t \cdot WWP_t, \quad (10)$$

$$IM_t = q_t \cdot WWP_t, \quad (11)$$

$$F_t = F_{t-1} + WWF_t - WBF_t, \quad (12)$$

$$F_t = (1 - kwb_t)F_{t-1} + kpr_t \cdot IN_t / Dn_t, \quad (13)$$

$$WDS_t = XO_t - Z_t, \quad (14)$$

$$WDS_t = W^1_t + W^2_t + W^3_t + W^4_t + W^5_t, \quad (15)$$

где:  $WWP^1_t$ ,  $WWP^2_t$ ,  $WWP_t$  – соответственно произведенный, использованный и общий валовой внутренний продукт в рыночных ценах;

$XO_t$  – выпуск в основных ценах;

$NL_t, SB_t, CNL_t$  – соответственно налоги на продукты, субсидии на продукты и чистые налоги на продукты;

$Z_t$  – промежуточное потребление в ценах покупателей;

$WN_t$  – валовое накопление в рыночных ценах;

$YD_t, YG_t, YNK_t$  – соответственно расходы на конечное потребление домашних хозяйств, государства и некоммерческих организаций и пр.;

$EX_t, IM_t$  – соответственно оценка экспорта и импорта в рублях;

$STR_t$  – статистическое расхождение;

$F_t$  – основные фонды на конец года в ценах базисного года;

$WWF_t, WBF_t$  – соответственно ввод в действие и выбытие основных фондов в ценах базисного года;

$WDS_t$  – валовая добавленная стоимость;

$W^1_t, W^1_t, W^1_t, W^1_t, W^1_t$  – соответственно оплата труда наемных работников, валовая прибыль и валовые смешанные доходы, налоги на производство и

импорт, субсидии на производство и импорт, косвенно измеряемые услуги финансового посредничества;

а также коэффициенты:

$b_t$  – коэффициент промежуточного потребления;

$n1_t$  – коэффициент чистых налогов на продукты;

$q_t$  – коэффициент импорта;

$kwb_t$  – коэффициент выбытия основных фондов;

$kpr_t$  – коэффициент перевода инвестиций в основные фонды;

В результате расчета модели и взаимодействия с экспертами экономистами Министерства промышленности и науки Московской области был разработан долгосрочный прогноз социально-экономического развития Московской области.

**Кратко приведем основные результаты прогноза.**

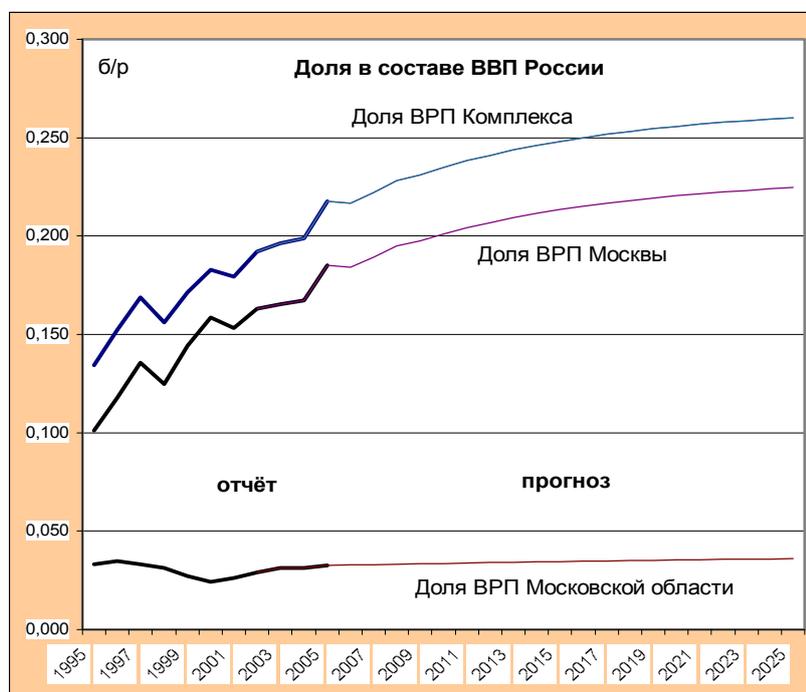


Рис.6 Доля ВРП Москвы, Московской области и Комплекса в составе ВВП России

ВРП региона – обобщающий показатель результативности экономической деятельности всех предприятий (корпораций, малого и среднего бизнеса) региона. Поскольку экономическая система региона – часть экономической системы всей России, оценивается место региона в общем развитии экономики России. На рис.6 приведены доли ВРП Москвы и Московской области относительно ВВП России («Комплекс» = Москва + Московская область). Объединение Москвы и Московской области в «Комплекс» позволило, в том числе учесть эффект маятниковой миграции.

Занятость Московской области определяется многими факторами, но для обобщённого прогноза можно воспользоваться прогнозом ВРП и прогнозом производительности труда по ВРП.

Прогноз развития региональной промышленности осуществлялся двумя способами. По экспертной оценке темпов выпуска промышленности (прогноз

«по тенденции» на рис. 8.) и по экспертной оценке производительности труда и доли численности занятых в промышленности (прогноз «по произв. труда» на рис. 8.).

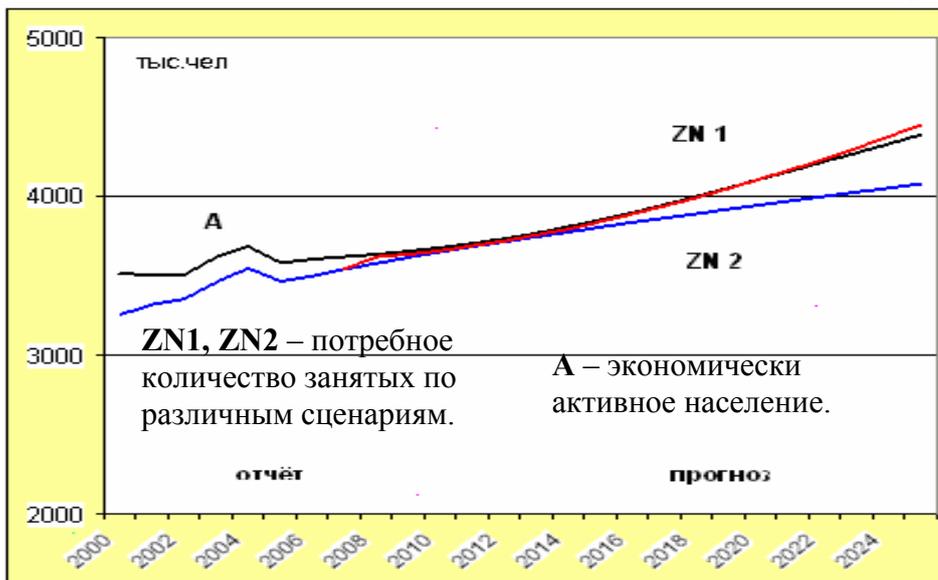


Рис.7 Потребность в трудовых ресурсах

Также на рис. 8. отмечен официальный прогноз выполненный Министерством экономики Московской области и приведенный в стратегии социально-экономического развития Московской области до 2020г. Очевидно, что для выполнения данного прогноза или доля занятых в промышленности или производительность труда должны возрасти в 3-4 раза, по сравнению с соответствующими значениями в 2005 г.



Рис.8. Базисный темп выпуска промышленной продукции Московской области.

Массовые технологии сельскохозяйственного (с/х) производства за последние 15 лет изменились незначительно, но уменьшилась площадь полей и поголовье скота, что значительно сокращает текущие затраты. Кроме того, рост производительности труда – частично следствие замещения местных жителей (покидающих с/х сектор экономики) большим количеством нелегальных трудовых мигрантов. Поэтому в прогнозе темпов роста с/х производства

предполагается, что темпы выпуска с/х продукции останутся практически неизменными, в связи с незначительными инвестициями в ОК с/х и падением официальной численности занятых.



Рис. 9. Занятость сельского хозяйства Московской области

Рассмотрим рис. 10. Причина стагнации с/х в хроническом несоответствии цен на топливо, стоимость которого за 5 лет (в диапазоне 1999-2004 гг.) возросла в 3-4 раза, росте стоимости электроэнергии в 2,96 раза, минеральных удобрений в 2,77 раз и т.д. При росте цен производителей с/х продукции на указанном промежутке времени только в 1,09 раз. При этом следует отметить, что стоимость реализованной с/х продукции Московской области на соответствующем промежутке времени возросла в 2,08. Разница в ценах была поглощена сектором торговли и услуг.

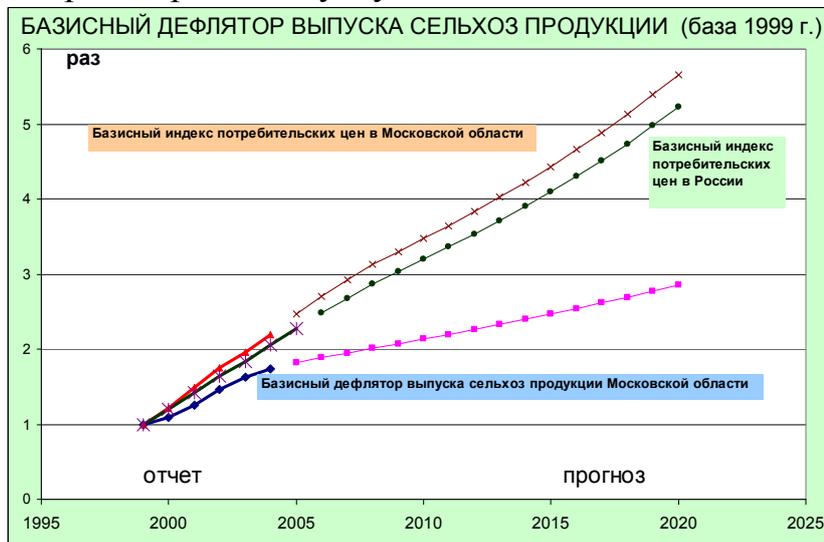


Рис. 10. Базисный дефлятор выпуска сельскохозяйственной продукции Московской области в сравнении с базисным индексом потребительских цен Московской области и в среднем по России («Ножницы цен»)

Поэтому с/х Московской области не может производить накоплений финансовых ресурсов для нормального воспроизводства, технического перевооружения и приобретения новейших технологий для повышения своей конкурентоспособности. В результате её продукция последовательно вытесняется импортом.

Тенденцию развития в сельском хозяйстве можно охарактеризовать как стагнацию, вызванную хроническим диспаритетом закупочных и продажных

цен. Низкая рентабельность с/х производства не позволяет производить в достаточном количестве обновления основных фондов и внедрять новую технику.

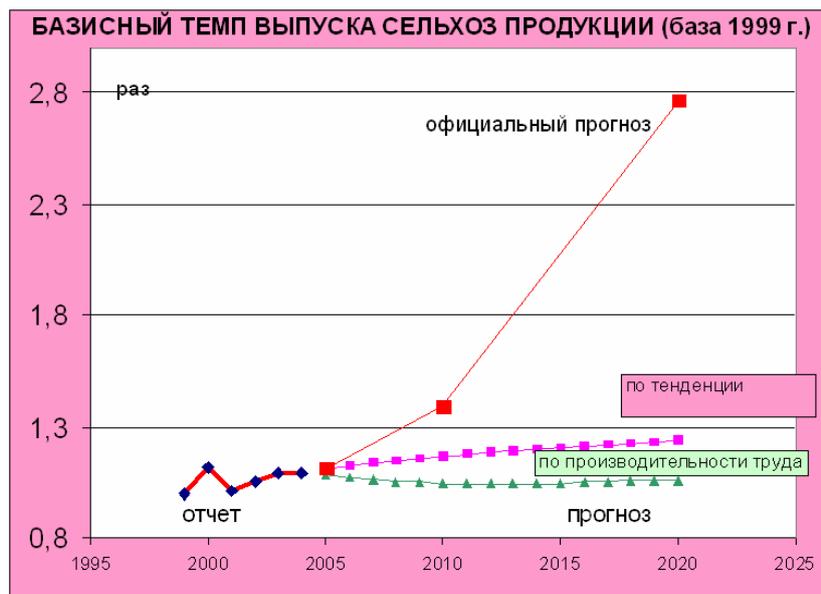


Рис.11. Базисный темп выпуска продукции сельского хозяйства Московской области.

Вместе с ростом промышленности происходит изменение всей структуры экономической системы Московской области. С 2000 по 2005 годы сферы услуг (общая коммерческая деятельность по обеспечению рынка, торговля и общественное питание, материально-техническое снабжение и сбыт) стали преобладающими, превысив долю реального производства. Таким образом, наблюдается тенденция превращения Московской области в обслуживающий торгово-коммерческий и складской придаток Москвы. Однако научно-технический потенциал Московской области может стать основой развития региона. Проблемы разработки информационной системы для мониторинга активности региональной инновационной системы Московской области рассматривается в Главе 3.

## Глава 2. Увеличение внешней конкуренции как возмущающий фактор социально-экономического развития региона

Во второй главе решается задача разработки алгоритма оценки развития производственных секторов экономики региона при повышении внешней конкуренции на примере текстильной промышленности Московской области. Глава начинается с обзора предшествующих работ по теме исследования.

В качестве метода оценки выбран анализ ранговых распределений рентабельностей предприятий промышленности, что дает возможность учитывать неоднородность предприятий сектора экономики.

Рентабельность – относительный показатель экономической эффективности, комплексно отражающий степень эффективности использования материальных, трудовых и денежных ресурсов.

Рентабельность влияет нелинейно на развитие компаний, т.к. очевидно, что компании с высокой рентабельностью, превосходящей определенное пороговое значение, привлекают внешних инвесторов, т.к. приносят больше прибыли на единицу вложенных средств, и, следовательно, развиваются быстрее.

Для анализа конкурентоспособности производственных секторов экономики на региональном уровне, мы будем использовать ранговые распределения рентабельностей предприятий сектора.

Определим  $\mathbf{M}$  – множество предприятий сектора экономики.

$$m(r, x) \in \mathbf{M}, \quad (16)$$

где:  $m$  – отдельное предприятие;

$r$  – рентабельность;

$x$  – выручка.

Пронумеруем элементы множества  $\mathbf{M}$  так, что:

$$\begin{aligned} m_i(r_i, x_i) \in \mathbf{M}, \quad i = 0, 1 \dots N \\ \forall i > 0 \quad r_{i-1} > r_i > r_{i+1} \end{aligned} \quad (17)$$

где:  $N$  – общее число предприятий сектора экономики.

Определим множество пар:

$$(sx_i, r_i) \in \mathbf{F}_i, \quad (18)$$

$$sx_i = \sum_{k=0}^i x_k, \quad (19)$$

Распределение  $r_i(sx_i)$ ,  $i = 0, 1 \dots N$  называется ранговым распределением элементов множества  $\mathbf{M}$  по величине  $r$ .

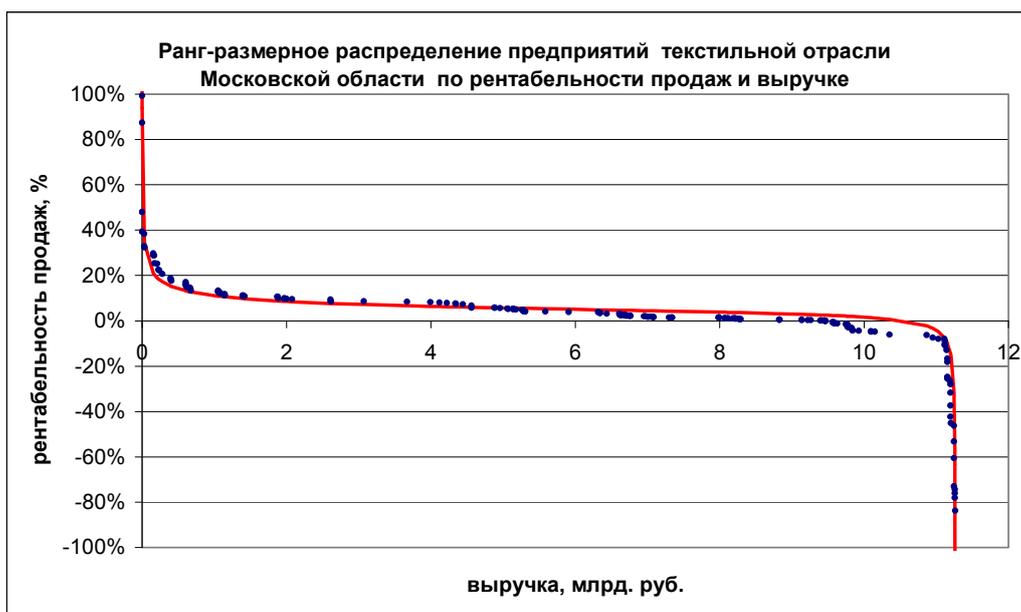


Рис.12. Ранговое распределение предприятий текстильной промышленности Московской области по рентабельности продаж и рангу

Ранговое распределение предприятий отражает конкурентную структуру сектора экономики, долю потенциально убыточных предприятий (с рентабельностью ниже процентной ставки банковских депозитов или процента инфляции). Также с помощью такого представления возможно оценить деформацию производственного сектора экономики в случае резкого повышения внешней конкуренции.

В качестве оси абсцисс в распределении предприятий сектора можно использовать как ранг предприятия, так и долю выпуска предприятия в общем выпуске сектора экономики. Распределение по рангу предприятий отражает

социальные последствия деформации сектора экономики, например уровень безработицы и др. Распределение по доли выпуска предприятий отражает экономические последствия деформации сектора экономики. В качестве оси ординат может выступать не только рентабельность предприятий, но и производительность труда, фондоотдача, оборотные активы, чистая прибыль, капитальные вложения, период оборота активов и др.

В работе показано, что ранговое распределение рентабельности предприятий носит степенной характер и может быть представлено в виде:

$$f(x) = \frac{1}{x^a} - \frac{1}{(\tilde{x} - x)^b} + C, \quad (20)$$

где:  $x$  – выручка компании;

$\tilde{x}$  – суммарная выручка всех компаний сектора;

$a$  – коэффициент характеризующий дифференциацию лидирующих компаний сектора по рентабельности;

$b$  – коэффициент характеризующий дифференциацию наиболее отсталых компаний сектора по рентабельности;

$C$  – нормировочная постоянная.

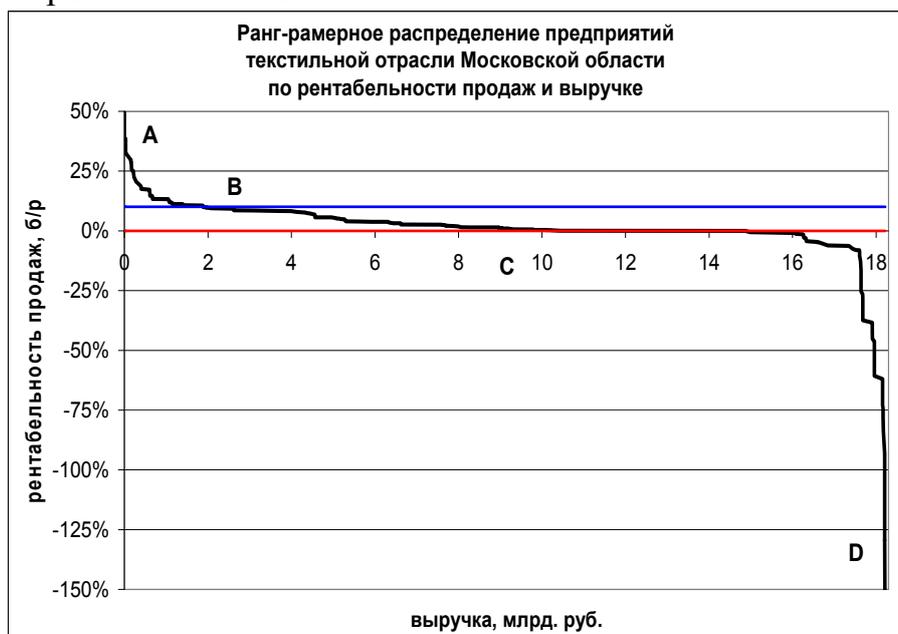


Рис.13. Ранговое распределение предприятий сектора текстильной промышленности Московской области по рентабельности продаж и выручке.

Анализ распределения изображенного на рис. 13 показывает, что в случае инерционного развития и проведения различных протекционистских мероприятий:

- предприятия, расположенные на отрезке АВ (где рентабельность выше инфляции) будут привлекать инвестиции и развиваться;
- предприятия, расположенные на отрезке ВС (где рентабельность ниже инфляции, но выше нуля) будут продолжать производственную деятельность без активного развития;
- предприятия, расположенные на отрезке CD (где рентабельность ниже нуля) будут бороться за существование, становиться банкротами,

переходить во внешнее управление и реконструироваться, а в случае невозможности - ликвидироваться.

В случае увеличения внешней конкуренции, в частности при вступлении России в ВТО, произойдет смещение рентабельности предприятий региона (на рис. 13. ось абсцисс поднимется) и число предприятий, принадлежащих отрезку АВ уменьшится, а отрезку CD – увеличится. Таким образом, число разоряющихся и ликвидируемых предприятий возрастет. Возрастет и число людей теряющих работу в секторе экономики, что приведет к возрастанию общего числа безработных в регионе. При этом денежные доходы населения в регионе понизятся, что уменьшит покупательную способность населения региона и налоговые поступления в региональный бюджет.

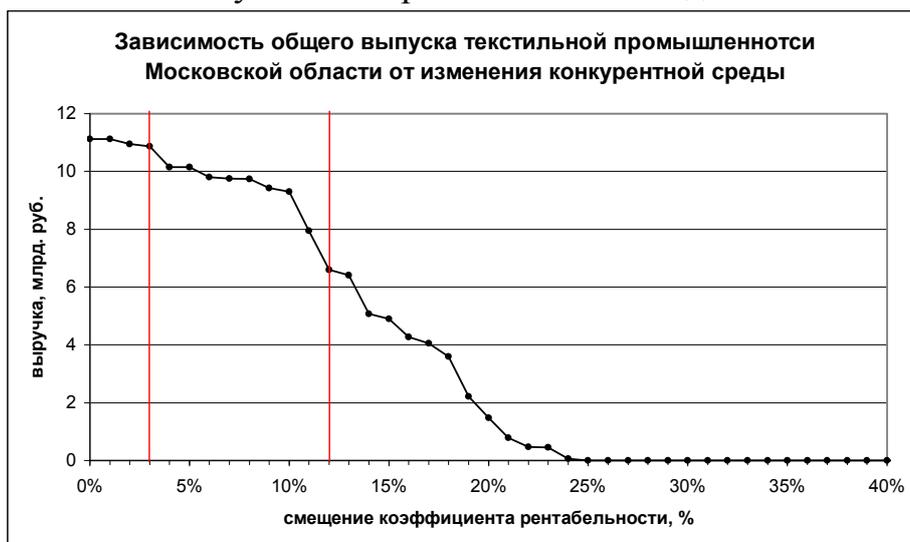


Рис. 14. Зависимость общего выпуска сектора текстильной промышленности Московской области от изменения конкурентной среды.

Динамика отдельных предприятий сектора экономики проанализирована с помощью микроэкономической модели отдельного предприятия. Выбрана модель предприятия, разработанная в ИПМ им. М.В. Келдыша РАН совместно с ФИАН им. П.Н. Лебедева РАН:

$$\frac{dM}{dt} = W - \frac{M}{\tau_1} + M_{ex} \delta(t - t_1) - \frac{M_{ex}}{\tau_{er}} - K - \frac{P}{\tau_s}, \quad (21)$$

$$\frac{dP}{dt} = k \frac{M}{\tau_1} - W, \quad (22)$$

$$W = Q_m \frac{P}{\bar{P} + P} p, \quad (23)$$

где:  $M$  – объем денежных оборотных средств,

$W$  – выручка от реализации продукта,

$\tau_1$  – время оборота,

$M_{ex}$  – объем внешних заимствований,

$1/\tau_{cr}$  – кредитная ставка,

$K$  – постоянные издержки, которые не зависят от количества выпускаемой продукции,

$P$  – объем готового товара на складе,  
 $1/\tau_s$  – доля оборотных средств, затрачиваемая на хранение единицы готовой продукции в единицу времени.

Модель имеет два аттрактора в области, соответственно, положительных и отрицательных значений  $M$ . Т.е. траектории развития предприятий приводят к двум равновесным состояниям – жизнеспособному предприятию или банкротству. Данная модель использовалась для фильтрации потенциально нежизнеспособных предприятий. Таким образом, при снижении рентабельности через увеличение коэффициентов  $K$  и  $1/\tau_s$  отбирались все жизнеспособные предприятия, и оценивался общий выпуск сектора экономики.

### **Глава 3. Инновационная деятельность как фактор развития социально-экономической системы региона**

В третьей главе описываются основы информационной системы для мониторинга региональной инновационной системы (РИС) Московской области. Глава начинается с обзора предшествующих работ по инновационной деятельности и измерениям инновационных систем. Отмечается важность эффективной работы региональной инновационной системы для сохранения конкурентоспособности предприятий промышленности региона в долгосрочном периоде.

**Основными задачами системы являются:** информационное обеспечение региональной администрации, сбор исходной информации по субъектам РИС, информационная поддержка участников РИС, взаимодействие участников РИС (в частности, поиск партнеров, заинтересованных сторон, новых технологий, проектов, инвесторов, обмен положительным опытом и др.), доступ к специализированным базам данных.

В качестве понятийной базы для описания региональной инновационной системы использовались международные стандарты де-факто ОЭСР по инновационной деятельности. В частности, под инновацией понималось любое нововведение для фирмы, региона, России (соответственно внутрифирменная, региональная и национальная инновация). Рассматривались 4 вида инноваций – продуктовые, процессные, маркетинговые и управленческие. Используются основные меры инновационной деятельности – наукометрические показатели, методы сравнительной оценки технических вариантов, методы оценки рентабельности НИОКР, методы оценки эффективности инвестиций.

Сохранение конкурентоспособности промышленных предприятий на региональном уровне в долгосрочном периоде, требует соответствия выпускаемых товаров мировому уровню по качеству, по функциональности, по покупательской привлекательности, по себестоимости и по другим факторам. Для сохранения этих условий критически важным является регулярное обновление технологических процессов производства, обновление и дифференциация набора выпускаемой продукции, работающая кредитно-финансовая система для регулярного создания новых предприятий, обновление систем управления производством, поставками и сбытом, активное использование информационных технологий (например, автоматизация

технологических процессов, автоматизация управления запасами, автоматизация работы с партнерами и многих других аспектов бизнеса). Кроме того, важно соответствие дизайна продукции международному уровню. Данные вопросы трансфера и диффузии нововведений и положительного опыта решаются на уровне региональной инновационной системы.

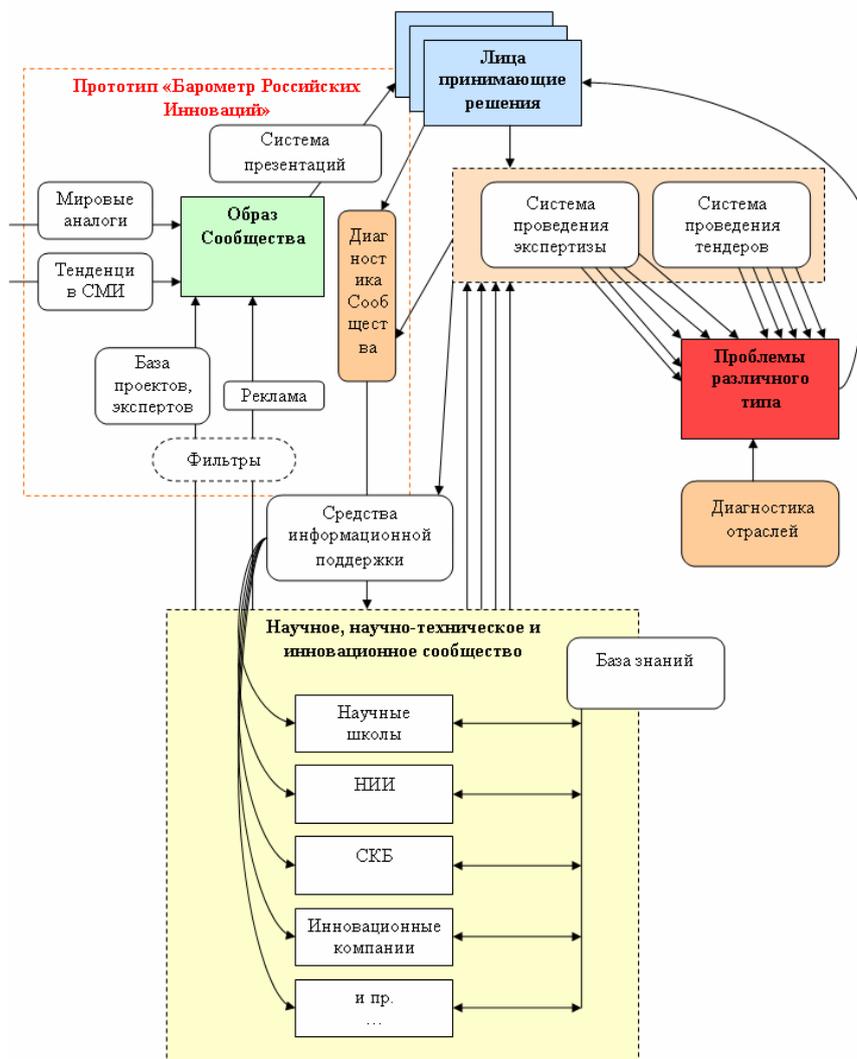


Рис. 14. Схема информационных потоков мониторинга региональной инновационной системы.

Разработанный макет информационной системы реализован в виде Интернет-портала. Функциональность информационной системы определяется поставленными задачами и решается средствами Системы управления контентом (CMS), такими как: система авторизации, система форумов и конференций, система визуализации информации, система каталогов информации, система сбора и фильтрации информации RSS и др. Макет информационной системы реализован на базе платформы CMS Joomla с доработкой интерфейса работы с СУБД на базе РНР.

Особенностью системы мониторинга региональной инновационной системы является большая незавершенность и неопределенность понятийной базы, по сравнению с системами управления текущей деятельностью. Поэтому стандартные средства реляционных СУБД неудобны для описания модели

данных системы. Для построения макета информационной системы был использован подход эволюционного построения модели данных, основанный на системе управления метаданными, международных стандартов описания онтологий EPISTLE Core Model (ECM) и Resource Description Framework (RDF).

Предлагаемая модель метаданных имеет обоснование в рамках теории классификации, согласно которой любая классификационная система имеет двойственную природу (принцип двойственности), а именно – «внешнюю сторону» (таксономию, в нашем случае Subjects) и «внутреннюю сторону» (мерономию, в нашем случае Properties). Кроме того, в модели используются выводы теории измерений, в частности значения (Values) могут быть трех типов; наряду с количественными шкалами, вводятся порядковые шкалы, а также шкалы наименований.

Подход эволюционного построения баз данных состоит из следующих шагов: 1) построение онтологии предметной области для хранения данных; 2) хранение плохо формализованных данных в гибкой структуре, основанной на принципе объединения сущностей и вынесения свойств и значений свойств в отдельные сущности; 3) хранение большого количества однотипной информации в отдельных таблицах, описанных в базе метаданных.

В работе приведены описания структуры базы данных, построенной на основе нового эволюционного подхода, и основные объекты макета информационной системы мониторинга региональной инновационной системы.

## **Заключение**

В заключении изложены основные результаты диссертационной работы, указываются перспективные направления исследований по данной теме и области практического применения.

## **ОСНОВНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ДИССЕРТАЦИИ**

1. Разработана процедура прогнозирования социально-экономического развития региона, использующая иерархическую композицию моделей: верхний уровень – модель воспроизводства ВВП России (P1-4); средний уровень – модель воспроизводства ВРП региона, как пропорции от общероссийских показателей в части ВРП и инвестиций в основной капитал; нижний уровень – описание базовых показателей отраслей (производственных секторов экономики), что позволило использовать более подробную статистическую отчетность на региональном уровне и удобную для администрации терминологию в рамках развития методов долгосрочного прогнозирования социально-экономического развития региона.

2. Разработан алгоритм оценки развития отраслей при изменении конкурентного воздействия (в частности, присоединение России к ВТО). Использование данных по отдельным предприятиям и построение ранговых распределений рентабельности предприятий отрасли, позволило учесть неоднородность предприятий отрасли и охватывать спектр возможных отклонений рентабельности предприятий от допустимых значений. Выявлен

степенной вид таких распределений, что позволило выполнить анализ устойчивости производственного сектора региона.

3. Разработана модель демографии региона на основе соотношений когортной динамики численности населения, основанная на интегральной сплайн интерполяции возрастных коэффициентов рождаемости, смертности и миграционного прироста. Использование однолетнего временного шага расчета позволяет использовать созданную модель демографии региона для среднесрочного планирования бюджета, например, для прогноза объема социальных выплат пенсионерам. Моделирование демографии региона позволило учитывать процессы миграции, занятости и безработицы при построении долгосрочного прогноза социально-экономического развития региона.

4. На основе теоретических результатов были получены: долгосрочный прогноз социально-экономического развития Московской области до 2020 г. по аспектам демографии, занятости, развития производственного сектора, сельского хозяйства и валового регионального продукта (ВРП); произведен сравнительный анализ выполненного прогноза с официальным прогнозом, опубликованным в «Стратегии социально-экономического развития Московской области до 2020 г.»; произведен прогноз развития текстильной промышленности Московской области при увеличении внешней конкуренции, в частности при присоединении России к Всемирной торговой организации (ВТО); предложен подход к повышению конкурентоспособности производственных предприятий региона за счет внедрения комплекса программ мониторинга инновационной активности.

5. Результаты диссертационной работы внедрены в Министерстве промышленности и науки Московской области, что позволило сократить время подготовки плановых решений в области развития инновационной системы и промышленности региона.

## **СПИСОК РАБОТ, ОПУБЛИКОВАННЫХ АВТОРОМ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ**

1. Малинецкий Г.Г., Митин Н.А., Шишов В.В., Отоцкий П.Л. и др. «Экспериментальный стенд Комплексной системы научного мониторинга. Структура и функции» // Информационные технологии и вычислительные системы. – 2007. – №4. – С. 57-67.
2. Антипов В.И., Грачева И.И., Отоцкий П.Л. Исторический прогноз численности населения России // Препринт ИПМ, Москва, 2008. – 20 с.
3. Малинецкий Г.Г., Антипов В.И., Отоцкий П.Л., Шишов В.В. О долгосрочном прогнозировании социально-экономического развития региона и адаптации к вступлению в ВТО // Научно-практический межотраслевой журнал «Интеграл». – 2008. – №4. – С. 14-20.
4. П.Л. Отоцкий, В.В. Шишов Проблема построения прогноза социально-экономического развития Московской области // Препринт ИПМ им. М.В.Келдыша РАН. – 2008. – №24 – 36 с.

5. Антипов В.И., Грачева И.И., Отоцкий П.Л. Об историческом прогнозе численности населения России // III Всероссийская молодежная конференция по проблемам управления (ВМКПУ'2008): Труды / Под ред. Д.А. Новикова, З.К. Авдеевой. – М.: ИПУ им. В.А. Трапезникова РАН. – 2008. – С. 157-160.
6. Малинецкий Г.Г., Митин Н.А., Отоцкий П.Л., Шишов В.В. «Инструментарий для планирования и решения социально-экономических проблем регионального развития и инновационной деятельности» // Вторая Международная конференция «Системный анализ и информационные технологии», 10-14 сентября 2007 г. / Труды конференции. – Обнинск, Россия. – 2007. – С. 46-53.
7. Шишов В.В., Ануфриев В.А., Отоцкий П.Л. Инструмент диагностики и анализа инновационной системы – портал «Барометр Российских Инноваций» // Международная конференция Восьмой международный форум «Высокие технологии XXI века», 23-26 апреля 2007 г. / Труды конференции. – Москва. – 2007. – С. 189-192.
8. Шишов В.В., Антипов В.И., Отоцкий П.Л. Инструмент среднесрочного и долгосрочного социально-экономического прогноза развития региона с учетом инновационной деятельности на примере прогноза развития Московской области // Международная конференция Восьмой международный форум «Высокие технологии XXI века», 23-26 апреля 2007 г. / Труды конференции. – Москва. – 2007. – С. 146-152.
9. Отоцкий Л.Н., Отоцкий П.Л. Национальная инновационная система и Модель жизнеспособной системы // Международная конференция Метафорум «Новые направления в развитии организационной кибернетики после Стаффорда Бира» 09-10 марта 2007 г. / Труды конференции. – Ст. Гален, Швейцария. – 2007. – С. 45-49.
10. Отоцкий П.Л. и др. Анализ механизмов снижения рисков инновационной деятельности на базе кибернетического управления национальной: региональной или крупной корпоративной инновационной системой // Электронный журнал «Исследовано в России». – 2006. – №011/060201 – С. 94-122.
11. Отоцкий П.Л., Кузнецов Е.П., Десятов И.В., Шишов В.В. О разработке системы мониторинга и управления полным циклом национального инновационного процесса // Вторая научная конференция кафедры системной интеграции и менеджмента Московского физико-технического института (государственного университета). / Труды конференции. – Москва. – 2005. – С. 57-84.
12. Десятов И.В., Отоцкий П.Л. Венчурные компании и фонды // Вторая научная конференция кафедры системной интеграции и менеджмента Московского физико-технического института (государственного университета). / Труды конференции. – Москва. – 2005. – С. 85-63.
13. Кузнецов Е.П., Отоцкий П.Л. Неприбыльные фонды и организации как часть национального инновационного процесса // Вторая научная конференция кафедры системной интеграции и менеджмента

- Московского физико-технического института (государственного университета). / Труды конференции. – Москва. – 2005. – С. 64-71.
14. Круговец А.С., Тропин В.А., Отоцкий П.Л. Модель интеграции данных методом отображения // 45 научно-практическая конференция Московского физико-технического института (государственного университета). / Труды конференции. – Москва. – 2003 – С. 214-218.

### **Личный вклад автора**

В работе [1] проведены теоретические исследования и расчеты, разработан программный комплекс обслуживания блока имитационно-экспертных моделей.

В работах [2,5] автором были проведены теоретические исследования и расчеты по когортному анализу динамики численности населения.

В работах [3,4,6,8] автором была проведена работа по разработке и наполнению банка исходной статистической информации, осуществлен расчет модели.

В работе [7] автором была осуществлена формулировка и постановка задачи, проведено исследование и осуществлена разработка системы хранения плохо формализованной информации.

В работах [9-14] автором была осуществлена формулировка и постановка задачи, проведены теоретические исследования и расчеты, обработка и интерпретация полученных результатов.