

УДК 004:303.094.7:519.876.2:353

КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ РЕГИОНОВ В СИСТЕМАХ ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ

Н.Н. Лычкина

ГОУ ВПО Государственный университет управления

Россия, 109542, Москва, Рязанский проспект, 99

E-mail: lnn130159@mail.ru

Ключевые слова: Системы поддержки принятия решений, социально-экономическое развитие регионов, имитационное моделирование, методы системной динамики, стратифицированное описание модельного комплекса, системные потоковые диаграммы

Key words: Decision Support System, social and economic development of the region, simulation modeling, methods of system dynamic, stratification description of simulation complex, system stream diagrams

В докладе рассматриваются методологические и технологические подходы к построению Систем поддержки принятия решений для региональных и федеральных органов власти, основанные на использовании новейших информационных технологий, таких как хранилище данных, OLAP-технология, имитационное моделирование и др. Описана общая структура модельного комплекса по социально-экономическому развитию региона и его реализация на основе методов системной динамики и современных технологий имитационного моделирования.

SIMULATION MODELING OF REGIONS' SOCIAL AND ECONOMIC DEVELOPMENT IN DECISION SUPPORT SYSTEMS / N.N. Lychkina (State University of Management, 99 Ryazansky Prospekt, Moscow 109542, Russia, E-mail: lnn130159@mail.ru). In the report many methodological and technological approaches for creating Decision Support System for regional and federal authorities are considered. They are based on using new information technologies as Data Warehousing, On-Line Analytical Processing, simulational modeling and others. The common structure of model complex for region social-economic development and its realization based on methods of system dynamic and modern technologies of simulation software, are described.

1. Системы поддержки принятия решения для региональных органов власти

Набирающие сегодня темп процессы информатизации в регионах, внедрение концепции «Электронное правительство» на всех уровнях государственного управления в качестве центральной задачи ставят повышение эффективности управления на региональном уровне на основе системного подхода к информационному сопровождению деятельности органов власти и реализации функций управления, формирование единого информационного

пространства, а также качественного информационно-аналитического обеспечения решения оперативных и стратегических задач социального и экономического развития регионов.

Дальнейшая интеграция процессов управления и информатизации в социальной сфере, сфере производства и управления приводит к необходимости создания Ситуационных центров управления различного назначения, информационно-аналитических систем поддержки принятия решений (СППР), в которых организуются процессы накопления, аналитической обработки территориальной информации, содержится инструментарий для системного моделирования социально-экономического развития регионов и принятия решений.

Основное назначение СППР для федеральных, региональных, муниципальных органов власти состоит в решении следующего комплекса задач:

- мониторинг социально-экономических и финансовых показателей с целью контроля и комплексного анализа текущей социально-экономической ситуации на региональном уровне;
- анализ территориальной информации и выявление тенденций и закономерностей в накапливаемых данных;
- прогнозирование состояния отраслевых (производственных) и региональных комплексов и выделение диспропорций на рынках и соответствующих точек роста в социально-экономической системе;
- анализ влияния факторов различной природы на социально-экономическую ситуацию в регионах;
- системное моделирование социально-экономического развития регионов на основе комплекса взаимосвязанных имитационных и оптимизационных моделей;
- информационно-аналитическая поддержка процесса принятия управленческих решений, включающая выполнение многовариантных расчетов сценарного и целевого типа социально-экономического развития регионов и оценку последствий принятия решения.

В современных условиях социально-экономическое развитие регионов является важной стратегической составляющей муниципального управления, наряду с административно-правовым регулированием и бюджетной (финансовой и инвестиционной) политикой. На практике разработка стратегии социально-экономического развития связана с составлением долгосрочного и краткосрочного плана развития территории. Отдел социально-экономического развития осуществляет:

- комплексный анализ и прогнозирование социально-экономического развития региона (территории);
- формирование сводного плана развития территории;
- управление социально-экономическим развитием на основе комплексного исследования сложившейся социально-экономической ситуации.

Выработанная стратегия во многом определяет содержание основных направлений деятельности органов местного самоуправления:

- управление бюджетом и финансами;
- управление экономикой и предпринимательством;
- управление имуществом и землепользованием;
- управление внешнеэкономической деятельностью;

- охрану окружающей среды и другие.

В соответствии со структурой системы управления регионом выделяют три уровня принятия решений в области социально-экономического развития: верхний, средний и нижний.

На верхнем уровне осуществляется макро моделирование социально-экономического развития региона и формирование стратегии социально-экономического развития региона, выработка программы развития. Разработка стратегии идет на уровне Городской Думы.

На среднем уровне идет выработка конкретных управленческих решений по экономическому регулированию рынка. Информационно-аналитическая поддержка деятельности муниципальных органов реализуется на уровне мэрии, администрации, комитетов. Отдел социально-экономического развития на основе комплексного исследования может выдавать рекомендации высшему руководству, Финансовому Управлению, Управлению Экономики, Управлению потребительского рынка и сферы услуг, Управлению строительством и Управлению жилищно-коммунального хозяйства, Отделу по учету и распределению земель, Управлению архитектуры и градостроительства, Управлению муниципальными кредитами, Комитету по охране окружающей среды, Комитету социальной защиты населения, Городскому центру занятости, а также по запросам других отделов.

Нижний уровень, с точки зрения моделирования – информационный, на который стекается информация из районов, органов управления, комитетов, из административно-хозяйственной службы. Заметим, что на этом уровне осуществляется мониторинг, анализ и краткосрочное прогнозирование основных социально-экономических и финансовых показателей. Основные методы обработки информации на нижнем уровне – отбор и агрегация необходимых для анализа данных из различных источников информации (автономных баз данных, Госкомстата РФ и других), а также анализ и прогноз сопоставимых показателей социально-экономического развития на основе сглаживания временных рядов, факторного анализа.

2. Методологические и технологические подходы к построению СППР

Методологические и технологические подходы к построению СППР для федеральных, региональных и муниципальных органов власти основаны на том, что процесс принятия управленческих решений характеризуется высокой информативностью и сложностью реальных проблем, стоящих перед органами власти и необходимостью проведения системного анализа и целенаправленных аналитических исследований для их решения, требующих согласования принимаемых решений на всех уровнях власти, а также между стратегическими целями социально-экономического развития и задачами оперативного, тактического управления экономическим, социальным, административного характера, поэтому представляет собой итеративный процесс и включает ряд основных этапов.

Первый этап процесса принятия решения связан с выявлением структурных особенностей в неструктурированных территориальных данных по социально-экономическому развитию, экономических показателей отраслевых и

региональных комплексов, поступающих динамично, в ходе мониторинга из различных источников – Федеральных органов статистической отчетности, Ведомств, Управлений, предприятий и др. Технологически этот этап реализуется на основе концепции Хранилища Данных (Data Warehousing), основным преимуществом которой является то, что разрозненные данные интегрируются, становятся проблемно-ориентированными, структурированными во времени, что позволяет исследовать динамические тенденции и реализовывать различного рода аналитические приложения.

Важным моментом процедуры принятия решения является выявление ключевых проблем предметной области и анализ тенденций, сравнений, исключений, присущих данным, накопленным в Хранилище Данных, а также подтверждение и интерпретация выявленных закономерностей, что в свою очередь стимулирует поиск адекватных решений. Информационно-аналитическая поддержка этого этапа реализуется так называемыми средствами Интеллектуального анализа данных (Data Mining), спектр используемых методов которых, в зависимости от задачи, весьма широк: от продвинутых статистических методик, включая регрессионный, кластерный анализ и др., – до интеллектуальных технологий: генетические алгоритмы, нейросетевые технологии и др.

Визуализация найденных зависимостей с помощью OLAP-технологий (систем оперативной аналитической обработки данных), формирующих многомерное представление данных и произвольные срезы анализируемых данных с помощью удобных и красивых графических оболочек, существенно повышает эффективность деятельности системного аналитика на этом этапе.

Таким образом, в ходе этих предварительных этапов, данные структурируются по проблемам предметной области, преобразуются в стратегическую информацию за счет поиска тенденций, что подготавливает основу для центрального этапа процедуры принятия решений – моделирования, поддерживаемого современной технологией компьютерного моделирования. Динамические имитационные модели выступают как системообразующее и наиболее ценное звено процесса принятия решений, позволяют исследовать сложные, слабоформализованные социально-экономические системы в динамике, в условиях неопределенности информации и действия большого количества факторов стохастической природы, проигрывать большое количество альтернатив, сценариев и стратегий развития. Построение обобщенной модели региона реализуется на комплексе взаимосвязанных имитационных и оптимизационных моделей с развитыми динамическими и информационными связями между моделями всех уровней, поддерживаемым стратифицированным описанием, выполненным CASE-средствами на верхнем уровне представления моделируемой системы.

Заключительные процедуры оценки вариантов или выбора по результатам сложных, информативных экспериментальных исследований, проводимых на комплексе имитационных моделей, характеризуются прямым участием эксперта в целенаправленном модельном исследовании и применением вычислительных процедур на основе компенсационного сочетания экспериментального подхода компьютерного моделирования с различными аналитическими методами: Data Mining (от статистических методик до экспертных и интеллектуальных систем), балансовые методы, логистические подходы, итерационные имитационно-оптимизационные вычислительные процедуры и другие. Заметим, что методы Интеллектуального анализа данных используются на разных итерациях

процедуры принятия решений, на входе имитационной модели – на этапах анализа внешней среды и уточнении внутренней структуры, и на выходе – в стратегическом планировании и оперативном управлении при интерпретации результатов моделирования и в процедурах выбора.

Общая архитектура СППР для региональных органов власти приведена на рис.1.

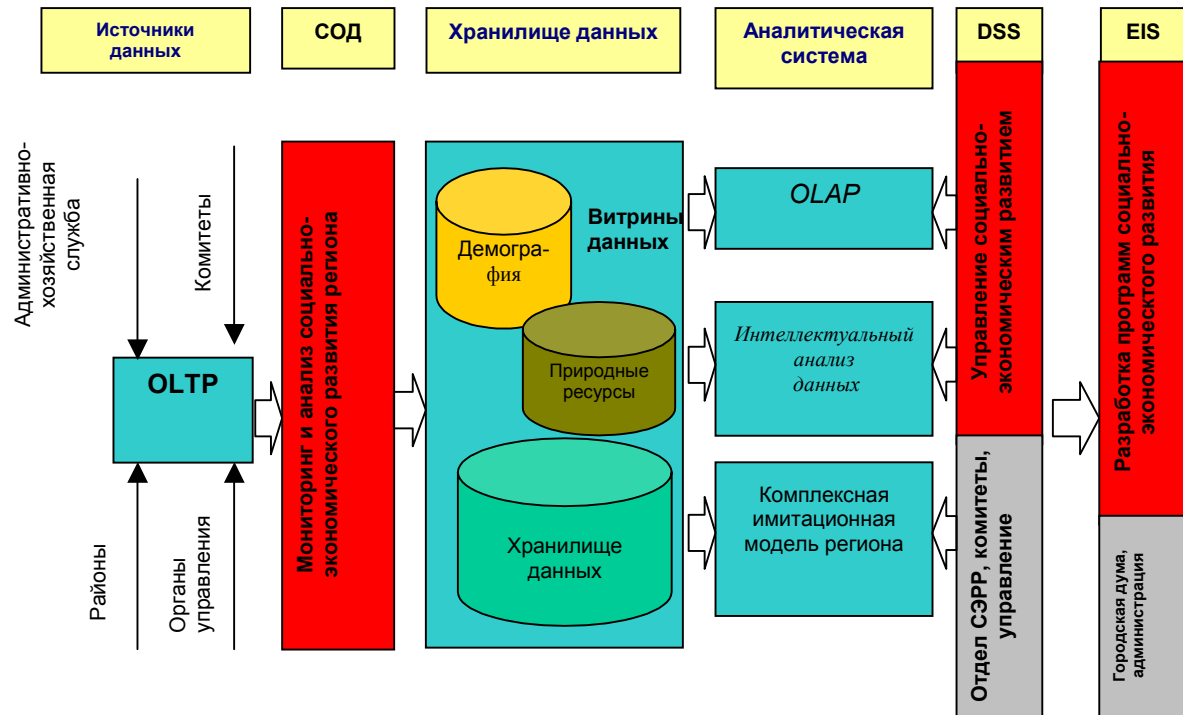


Рис. 1. Общая архитектура системы поддержки принятия решений для региональных органов власти.

Аналитическую основу СППР составляет обобщенная имитационная модель региона, а также интеллектуальные и экспертные системы, аккумулирующие опыт решения задач управления и обеспечивающие участие коллектива экспертов, взаимодействующих прозрачным образом через диалоговый интерфейс с комплексом моделей в процессе выработки рационального экономического решения. Подробнее подходы к формированию обобщенной имитационной модели региона рассмотрены в 3 и 4 разделах.

В зависимости от функционального наполнения интерфейса выделяют системы: EIS и DSS, предназначенные соответственно для лиц, принимающих решение и системных аналитиков, осуществляющих стратегическое планирование.

В настоящее время на российском рынке представлено значительное количество аналитических систем, ориентированных на применение новейших информационных технологий в СППР, т.к. OLAP-сервер Hyperion Essbase, Oracle Discoverer, программные решения компании Cognos, Olap Services компании Microsoft, DSS/OLAP Business Objects. Среди систем, предлагающих достаточно полные, интегративные решения для поддержки всех уровней рассмотренной архитектуры СППР можно отметить разработки SAS Institute и российской компании «Прогноз».

3. Системное моделирование региональных процессов

Методологической основой моделирования социально-экономического развития региона является системный анализ, центральной процедурой которого, как известно, является построение обобщенной (единой) модели региона, отражающей все факторы и взаимосвязи реальной системы.

Регион, как объект моделирования характеризуется:

- слабостью теоретических знаний, качественным характером знаний о системе, отсутствием теории развития города;
- высоким уровнем неопределенности исходной информации. Различают внутреннюю и внешнюю неопределенность. Внутренняя неопределенность – это совокупность тех факторов, которые не контролируются лицом, принимающим решение полностью, но он может оказывать на них влияние (например, внутренняя социально-экономическая обстановка, факторы риска и др.). Внешняя неопределенность определяется характером взаимодействия с внешней средой – это те факторы, которые находятся под слабым контролем лица принимающего решение (экологическая, демографическая, внешнеполитическая ситуация, поставка ресурсов в регион извне и т.п.);
- следствие этого является то, что результаты решения часто носят качественный характер и позволяют судить о направлениях развития динамических процессов, выполнять анализ устойчивости динамических процессов.

Анализ и моделирование социально-экономических, региональных процессов необходимо выполнять с учетом следующих характерных особенностей:

- регион рассматривается как сложная слабоструктурированная система, системное моделирование которой предполагает выявление большого количества сложных взаимосвязанных причинно-следственных связей между факторами, рассматриваемыми в описании сложной системы, результат действия которых не всегда очевиден при принятии решений (территориальные системы контринтуитивны, как говорил Форрестер), в описании, структуризации объекта моделирования присутствует большая доля экспертных знаний;
- региональные системы – стохастические, исследование которых необходимо выполнять в условиях неопределенности и неоднозначности;
- регион – социальная система, поэтому в ней доминируют и учитываются природные и психологические (связанные с интересами людей и др.) факторы. При принятии решений необходимо учитывать долгосрочные интересы общества. Уровень развития региона призван, в первую очередь, обеспечивать условия воспроизводства человеческой жизни;
- регион – динамическая система. Исследование процессов воспроизводства требует изучения динамики развития системы, анализа процессов роста, с учетом общего жизненного цикла региона и его частей (население, предприятия, жилой фонд и др.), адаптивной эволюции;
- регион является саморегулирующей системой. Управление идет через внутриорганизационные процессы саморегулирования и основано на изменении законов и методов внутреннего управления. На слабость административных мер, неэффективность целевого финансирования и других административных программ, не связанных с приведением в

действие экономических регуляторов, указывал еще Форрестер [1]. Социальные программы приводят к сдвигам, нарушениям баланса;

- существует конфликт между целями долгосрочного планирования и краткосрочными решениями, поэтому необходима координация при принятии решений;
- условием нормального развития в системе является поддержание экономического равновесия (достижения баланса использования ресурсов в системе).

Основными факторами, действующими в рассматриваемой системе являются: собственный ресурсный потенциал региона (трудовые, природные, производственные, финансовые ресурсы) и привлекаемые в регион ресурсы (как правило, в виде инвестиций и централизованных капитальных вложений), и реальные процессы общественного производства.

В задачах принятия решений целенаправленный выбор управляющих решений и экономических методов управления должен определять такие пропорции общественного воспроизводства (достижение баланса использования ресурсов в системе), которые в максимальной степени способствуют удовлетворению потребностей населения в регионе и повышению его жизненного уровня. Это основная целевая задача регионального управления.

Исследуемая социально-экономическая система имеет сложную внутреннюю структуру (рис. 2), в составе которой могут быть декомпозированы подсистемы: население, производство, непроеизводственная сфера, экология, пространство, финансы, внешняя экономическая сфера, характеризуется иерархичностью управления и активностью отдельных ее подсистем, взаимодействие элементов в рамках которой рассматривается с учетом характера воздействий внешней среды на внутреннюю структуру.

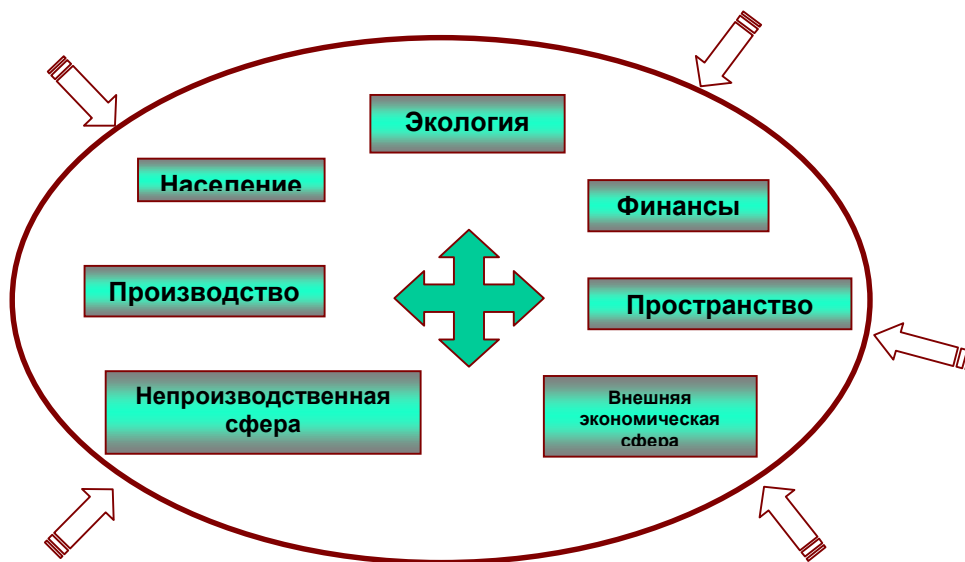


Рис.2. Структура социально-экономической системы.

Регион представляется как целенаправленная и многоцелевая система, имеющая неоднородные внутренние и внешние цели, самостоятельные подцели отдельных подсистем, систему показателей измерения целей, многообразные стратегии их достижения и т.д.

Общая цель системы может быть формализована в виде ряда слабоформализованных взаимосвязанных подцелей. При выборе тот или иного варианта развития приходится формировать согласованное решение, позволяющее находить компромисс между региональными целями и общегосударственными целями, с одной стороны, и целями отдельных предприятий и хозяйственных субъектов, с другой стороны.

Рассмотрим систему показателей социально-экономического развития региона. Социально-экономическая составляющая уровня развития региона выполняет двоякую роль: всестороннего развития личности, с одной стороны, определенного способа удовлетворения потребностей населения района в услугах социальной инфраструктуры – с другой.

Если исходить из всестороннего развития личности, то неперенными условиями выступают достижение определенного уровня жизни (материальный аспект), совокупность форм и видов жизнедеятельности людей. Нормальные условия жизнедеятельности в немалой степени обеспечиваются путем удовлетворения суммы материальных, социальных и культурных потребностей в процессе пользования благами и услугами предприятий социальной инфраструктуры региона. Степень удовлетворения этих потребностей должна отражаться соответствующей системой показателей.

Обобщенный подход к оценке уровня развития позволяет сформировать иерархическую структуру показателей (рис. 3), все социально-экономические показатели которой находятся между собой в сложной взаимосвязи, и выполнить построение агрегированных показателей, характеризующий социально-экономический уровень развития региона. Система показателей социально-экономического развития региона представляет собой сложную иерархическую структуру с множеством частных показателей, в которую в зависимости от задачи управления могут включаться критерии, отражающие социальный, экономический, градостроительный и другие эффекты варианта развития.

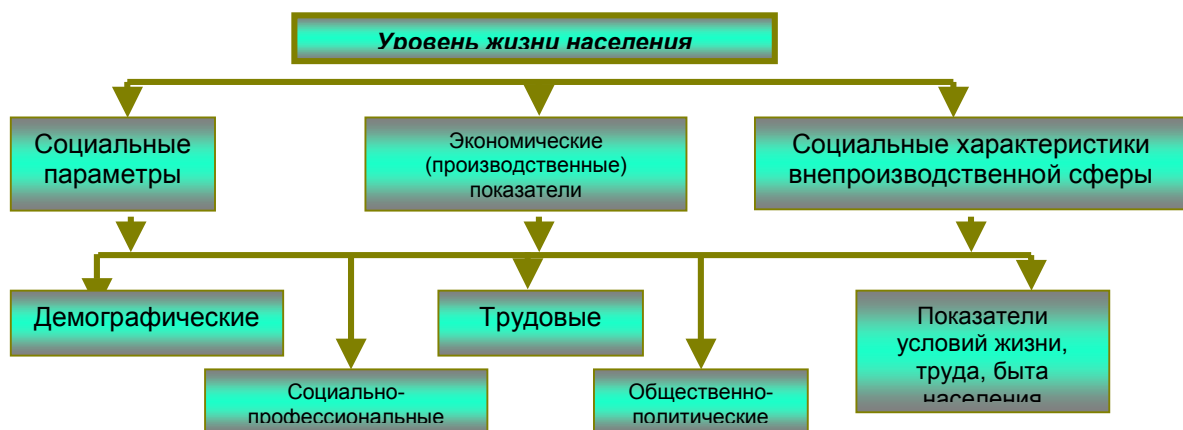


Рис. 3. Схема показателей социально-экономического развития региона.

В общем случае система показателей включает интегрированный критерий, отражающий уровень жизни населения в регионе (например, национальный доход на душу населения). На верхнем уровне этой иерархической структуры выделяют 3 группы агрегированных критериев, включающих:

- обобщающую оценку социальных параметров региона;
- показатели, характеризующие объективные экономические (производственные) условия региона;
- переменные, отражающие социальные характеристики внепроизводственной сферы, зависимые от развития производства.

В свою очередь агрегированные показатели дают общую оценку состояния социально-экономической структуры и включают демографические, социально-профессиональные, трудовые и общественно-политические параметры, а также параметры, отражающие условия жизни, труда и быта населения региона.

В модели заложены основные виды регуляторов для территориальных систем:

- административные;
- нормативные;
- земельные;
- бюджетно-налоговые;
- организационно-правовые;
- договорные.

4. Стратифицированное описание обобщенной модели региона

С позиций системного подхода сформировано стратифицированное описание модельного комплекса социально-экономического развития региона, в общем виде приведенное на рис.4, в котором выделены основные уровни:

- анализ и прогнозирование ресурсного потенциала региона;
- собственно выработка вариантов управленческих решений.

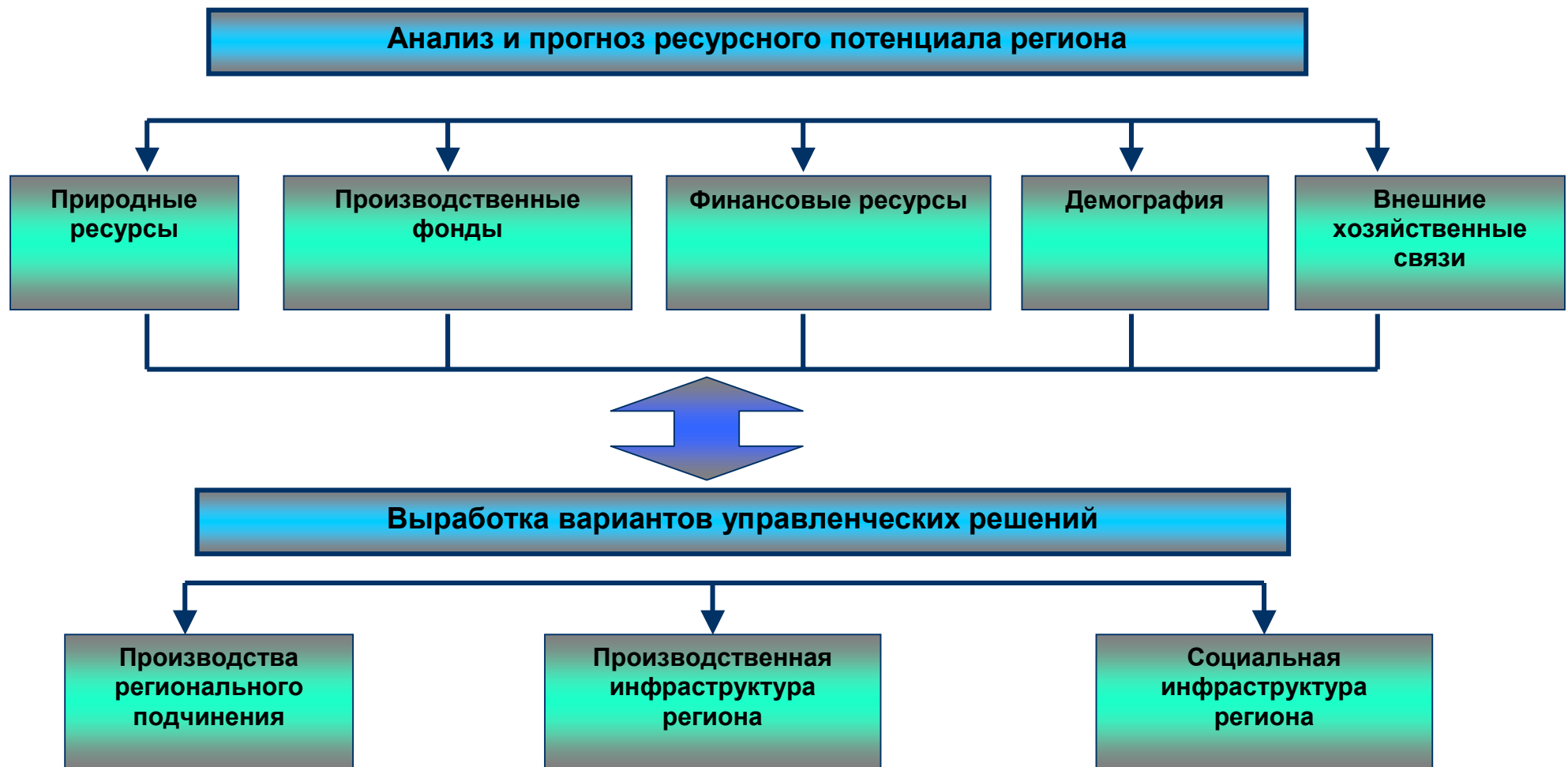


Рис. 4. Обобщенная модель социально-экономического развития региона.

На первом уровне по виду ресурсного потенциала выделены блоки: природные ресурсы, производственные фонды, демография, финансы, внешние хозяйственные связи, и некоторые другие.

Кратко обозначим основной спектр задач, решаемых в рамках выделенных блоков. В блоке «Природные ресурсы» исследуется состав, оценивается потребление природных ресурсов, рассматриваются вопросы ресурсосбережения, оценивается общее экологическое состояние региона. Прогнозирование и эколого-экономическое регулирование осуществляется на основе концепции устойчивого развития. На уровне общего анализа ресурсного потенциала региона в модели природные ресурсы детализируются как возобновимые и невозобновимые. На более высоких уровнях детализации созданы модели по основным видам природных ресурсов: земельные (отдельно сельскохозяйственные земли и земли урбанизированных территорий), водные, лесные и др., отражающие специфику использования и воспроизводства каждого вида ресурсов.

В аналитическом блоке «Производственные фонды региона» исследуется структура и эффективность использования производственных фондов региона с учетом развития научно-технического прогресса, применения инновационных технологий и других факторов.

В блоке «Демография» осуществляется анализ демографической ситуации в целом по региону и по отдельным возрастным группам, прогнозирование состояния трудовых ресурсов, оценка занятости с учетом миграционных процессов.

Моделирование бюджетного процесса, анализ кредитной, инвестиционной деятельности, поведение банковской системы отражают общее состояние финансовых ресурсов региона.

Аналитический блок «Внешние хозяйственные связи» отражает основные экзогенные отношения региональной системы с внешней средой: внешняя торговля и экспортно-импортные операции, структура госзаказов, кредиты-займы и т.п..

Выработка реальных стратегических вариантов развития региона на практике ведется по трем основным направлениям:

- производства регионального подчинения (в зависимости от специфики региона может быть отдельно выделен блок производства нерегionalного подчинения);
- производственная инфраструктура региона;
- социальная инфраструктура региона.

Средствами аналитического блока «Производство» разрабатывается общая стратегия развития промышленности и предпринимательства в регионе, размещения предприятий, комплексный анализ экономического равновесия на региональных рынках и выделение диспропорций в развитии, управление собственностью, внедрение и оценка эффективности внедрения инновационных проектов и др..

В аналитическом блоке «Производственная инфраструктура региона» осуществляется поддержка принятия решений, связанных с развитием энергетической, строительной, транспортной систем, являющихся обеспечивающими для развития производства и социальной сферы.

По направлению «Социальная инфраструктура региона» осуществляется развитие сферы услуг в соответствии с выявленными тенденциями потребления,

жилищно-коммунального хозяйства, медицинского обслуживания, образования, разработка эффективной социальной политики и т.п.

Частные задачи и модели социально-экономических систем, реализуемые в рамках единой модели могут отражать различные типы отношений или аспекты функционирования объекта: балансовые отношения, технологические, поведенческие, структурные, экологические, демографические, экзогенные и др. Системный характер исследования предполагает динамически формируемые, развитые информационные взаимосвязи между моделями всех стратов в процессе выработки и принятия решений. Например, решения по развитию производства связаны с анализом состояния трудовых ресурсов в регионе, возможности обеспечения ресурсами производственной инфраструктуры, прежде всего, энергетическими, транспортными, и решением целого ряда других проблем. Обратные связи здесь просматриваются с экологической подсистемой, анализом финансовых отчислений (прежде всего налогов в рамках местного налогообложения) в бюджет. На выходе необходимо выполнить анализ на предмет поддержки социальной сферы, т.к. главный вопрос территориального управления: – способен ли город себя обеспечивать?

На практике, реализация обобщенной модели связана с созданием комплекса взаимосвязанных математических и имитационных моделей со сложными информационными и развитыми динамическими связями между моделями всех уровней. Упрощает эту реализацию стратифицированное описание модельного комплекса, которое может быть выполнено формальными методами, например с использованием концепции Дж. Клира, или с применением CASE-средств и других средств интеграции моделей (вложенные, иерархические структуры), поддерживаемых современными системами моделирования. Стратификация является общим принципом системного моделирования и используется при анализе и синтезе сложных систем на основе методов компьютерного моделирования. Говоря о стратификации сложных систем, понимают конструирование баз данных и знаний, над которыми определены вычислительными процессы решения локальных задач системного анализа. Стратифицированное описание модельного комплекса служит основой для разработки соответствующей машинной технологии в СППР и кладется в основу формирования баз данных и знаний.

5. Имитационное моделирование социально-экономических процессов

Основным системообразующим методом моделирования в задачах социально-экономического развития региона является метод имитационного моделирования, который:

- позволяет формировать обобщенную модель системы на основе единого фрейма данных;
- реализует итерационный характер разработки модели, поэтапный характер детализации моделируемых подсистем, что позволяет постепенно увеличивать полноту оценки принимаемых решений по мере выявления новых проблем и получения новой информации;
- предлагает новую методологическую основу научного исследования – эксперимент на имитационной модели (что позволяет оценивать

последствия принимаемых решений не на живых людях, а на компьютерных моделях). Главным преимуществом имитационного моделирования является то, что эксперт может ответить на вопрос «Что будет, если ?», т.е. с помощью эксперимента на модели вырабатывать стратегию развития;

- широко применяется в системах принятия решений, так как позволяет анализировать большое число альтернатив, стратегий, проводить сценарные расчеты, исследовать стохастические системы в условиях неопределенности и т.д.,
- позволяет изучать динамику развития социальных систем.

На макро-уровне модельного комплекса используются модели и методы системной динамики. Концепция системной динамики позволяет моделировать динамические процессы на высоком уровне агрегирования, в основе нее лежит представление о функционировании динамической системы, как совокупности потоков (денежных, продукции, людских и т.п.). Содержание базовой концепции структуризации в методах системной динамики может интерпретироваться как способ структуризации дифференциальных моделей, базирующийся на концепции потоковой стратификации систем. В общей структурной схеме моделей системной динамики выделены две части: сеть потоков и сеть информации.

Рассмотрим кратко общее содержание технологического подхода к построению моделей. Модели регионов – это модели ресурсного типа: ресурсы (трудовые, финансовые, природные и др.) исчерпываются, ресурсы пополняются, и могут быть описаны как сеть разнородных потоков. Состояние региональной экономической системы описывается переменными (количество населения различных категорий, производственные фонды, расходуемые ресурсы). Внешние воздействия и управленческие решения определяют темп (динамику) моделируемой системы (скорость подачи и изъятия ресурсов).

На основании обработки знаний экспертов выявляются все факторы, действующие в рассматриваемой системе, и причинно-следственные соотношения между ними. С помощью современных систем моделирования (таких, например, как Ithink, Vensim, Dynamo и других) модель формируется на идеографическом уровне. Визуальный конструктор моделей делает их легко интерпретируемыми для совместных экспертных ревизий. Получаемые системные потоковые диаграммы являются формой структуризации знаний эксперта, в информационной сети которых вырабатывается рассогласование (дисбаланс) по различным видам потребностей и потребления ресурсов.

В блоках принятия решений на основе этой информации выдаются управляющие воздействия на различные виды объектов. Современные системы моделирования имеют развитые средства для проведения сценарных расчетов и анализа результатов моделирования.

Модели системной динамики применяются совместно с дифференциальными уравнениями балансового типа, а также в сочетании с принципами и методами логистики, основанными на оптимизации, управлении, интеграции потоков в сложных системах. Перспективно применение компьютерного моделирования в сочетании с другими методами принятия решений, интеллектуальными технологиями, экспертными процедурами, реализация имитационно-оптимизационных вычислительных процедур на основе компенсационных подходов.

Отметим в заключении, что на некоторых стратах обобщенной модели региона и уровнях принятия решения, там где это возможно, могут

использоваться традиционные методы моделирования – аналитические, методы прогнозирования, групповые методы экспертного оценивания и др.

Некоторые проблемы и современные тенденции в имитационном моделировании подробно рассмотрены в [2, 3], т.к. реализация такого рода проектов по комплексному моделированию предполагает и существенно стимулирует развитие метода и технологии имитационного моделирования

Общая проблематика имитационного моделирования включает ряд аспектов:

- методологический, связанный с созданием новых концепций формализации и структуризации моделируемых систем, развитием методологических основ системного моделирования, ориентированных на математическую и информационную поддержку всего цикла системного моделирования: от постановки проблемы и формирования концептуальной модели – до анализа результатов вычислительного эксперимента и принятия решения; отработкой подходов к созданию стратифицированных описаний моделируемых систем, разработкой методологии построения систем поддержки принятия решений в области комплексных проектов по моделированию и др.;
- математический, связанный с широким использованием в имитационном моделировании вообще, и в процедурах вычислительного эксперимента в частности, статистических методов самого различного назначения, математических методов оптимизации и принятия решения, методов искусственного интеллекта;
- технологический аспект.

Сегодня имитационное моделирование становится все более зрелой компьютерной технологией. Кратко отметим основные направления совершенствования технологических возможностей современных систем моделирования:

- создание проблемно-ориентированных систем моделирования в различных областях исследований;
- наличие удобного и легко интерпретируемого графического интерфейса, когда блок-схемы дискретных моделей и системные потоковые диаграммы непрерывных реализуются на идеографическом уровне, параметры моделей определяются через подменю;
- объектно-ориентированное моделирование;
- использование развитой двух- и трехмерной анимации в реальном времени;
- применение структурно-функционального подхода, многоуровневых иерархических, вложенных структур и других способов представления моделей на разных уровнях описания (см. понятие «стратифицированное описание»);
- совершенствование инструментов для проведения сценарных расчетов;
- информационная (доступ к базам данных) и математическая поддержка процедур анализа входных данных, анализа чувствительности и широкого класса вычислительных процедур [2], связанных с планированием, организацией и проведением направленного вычислительного эксперимента на имитационной модели;
- применение интерактивного распределенного моделирования, разработки в области взаимодействия имитационного моделирования со Всемирной паутиной и др.

6. Информационно-аналитическая система прогнозирования социально-экономического развития региона

На кафедре Информационных систем Государственного Университета Управления в рамках проекта «Комплексная интегрированная автоматизированная информационная система административно-территориального и муниципального управления» создан аналитический блок «Моделирование социально-экономического развития региона», ядро которого составляет комплекс имитационных моделей, реализуемый на основе методов системной динамики и современных технологий компьютерного моделирования. В настоящее время, на уровне, удовлетворяющем условиям практического применения, реализованы следующие модельные комплексы:

- обобщенная компьютерная модель региона, позволяющая прогнозировать основные показатели социально-экономического развития региона, финансовые и экономические показатели, проводить комплексный анализ уровня и качества жизни в территориальном разрезе в долгосрочной и краткосрочной перспективе;
- аналитический блок «Анализ и прогнозирование ресурсного потенциала региона» с детализацией по основным видам природных ресурсов: земельные ресурсы (в том числе земли урбанизированных территорий), водные, лесные, минерально-сырьевые и др. ресурсы, позволяющий исследовать вопросы использования природных ресурсов региона в аспекте социально-экономического развития; в него включена подсистема «Экология» с детализацией производственно-технологических, экологических отношений в моделируемой региональной системе, рассматриваемых на основе концепции устойчивого развития;
- блок «Моделирование бюджетного процесса», в рамках которого прогнозируются доходы и планируются расходы местного бюджета при комплексной оценке социально-экономического развития и основных финансовых показателей при формировании конкретной финансовой политики региона;
- блок «Анализ демографических тенденций» на основе динамических моделей, с выделением подсистемы «Трудовые ресурсы региона»;
- комплекс моделей «Экономика», позволяющий прогнозировать состояние отраслевых (производственных) и региональных комплексов, проводить анализ рыночного равновесия и выделение диспропорций и соответствующих точек роста в экономической системе региона;
- комплекс динамических моделей «Социальная сфера», в рамках которого реализована соответствующая агрегированная модель и детализированные по отраслевому признаку модельные комплексы «Здравоохранение», «Жилой фонд» (адаптированные на решение задач в рамках проводимых в настоящее время реформ в этих сферах), «Образование» и другие;
- ведется также адаптация модельных комплексов под специфику регионов – проекты «Урбанизированная территория», «Малые города России», «Сельско-хозяйственные регионы» и т.п.

Поскольку весь проект в докладе продемонстрировать невозможно, сделаем это фрагментарно.

На рис. 5 представлены системные потоковые диаграммы фрагмента агрегированной модели «Анализ и прогнозирование ресурсного потенциала региона». На основе информации из отраслевых и комплексных кадастров природных ресурсов, мониторинга окружающей среды и экологического аудита органами власти разрабатываются эффективные механизмы управления природопользованием. С помощью модели можно проводить прогнозирование будущих состояний и оценку стратегий управления. Эколого-экономическое регулирование и выработка природоохранных мероприятий выполняется на основе концепции устойчивого развития, что позволяет оценивать основные социально-экономические показатели с учетом экологической составляющей. На выходе модели анализируется общее состояние основных ресурсов региона, возобновимых и невозобновимых природных ресурсов, уровень загрязнения окружающей среды, экономический ущерб от загрязнений и совокупный эффект эколого-экономических взаимодействий по различным сценариям, отрабатываемым стратегиям управления. Общий подход к реализации блока «Природные ресурсы» с детализацией по отдельным видам природных ресурсов можно продемонстрировать на подсистеме «Водные ресурсы региона», где процессы потребления, ресурсосбережения, общей оценки состояния, в том числе экологического, водных ресурсов рассматриваются с учетом антропогенного и промышленного процесса использования, процессов естественного восстановления, а также с учетом факторов и мер эколого-экономического регулирования. Системные потоковые диаграммы фрагмента модели «Водные ресурсы» приведены на рис. 6.

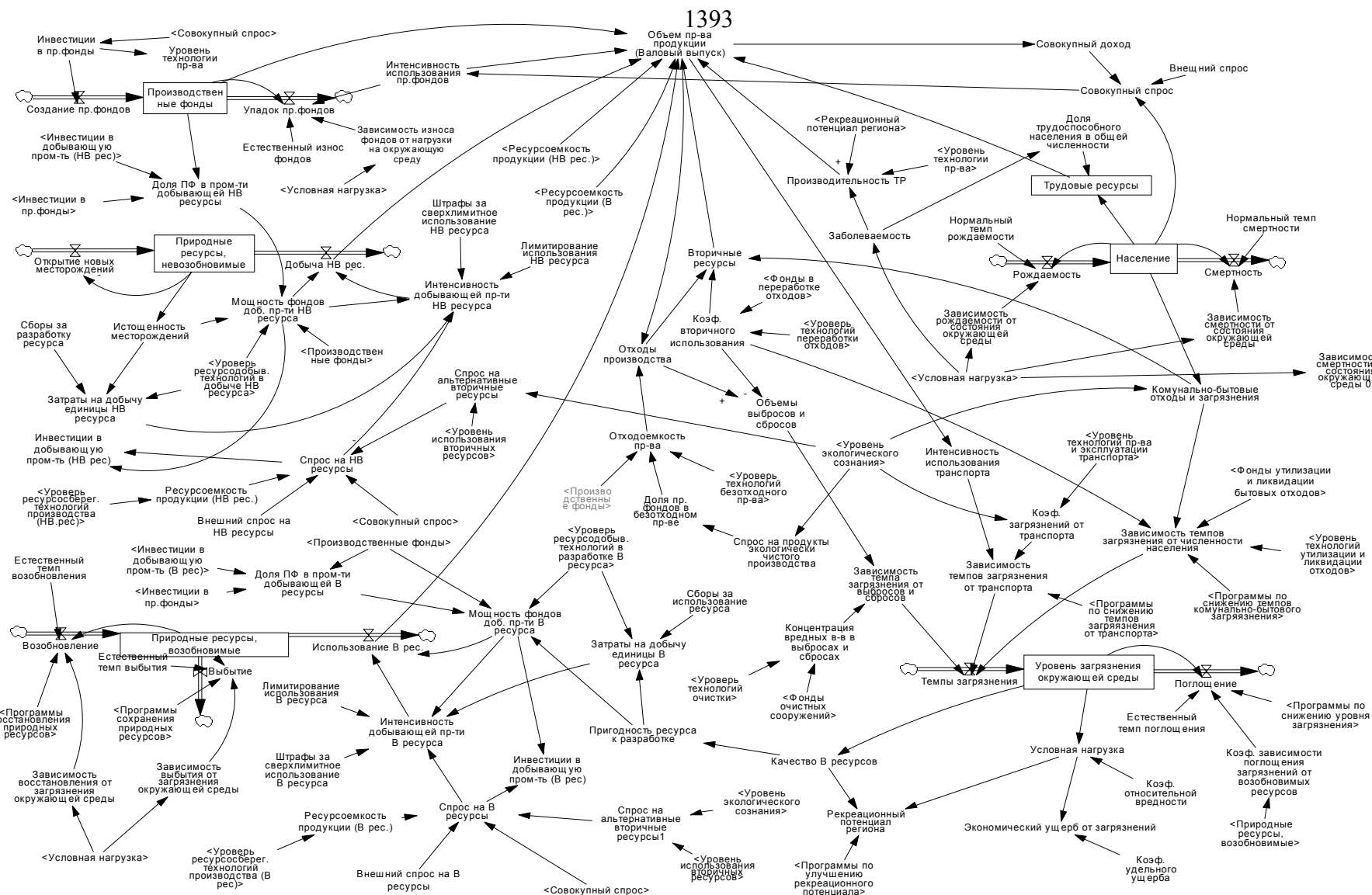


Рис. 5. Модель «Анализ и прогноз ресурсного потенциала региона». Системные потоковые диаграммы.

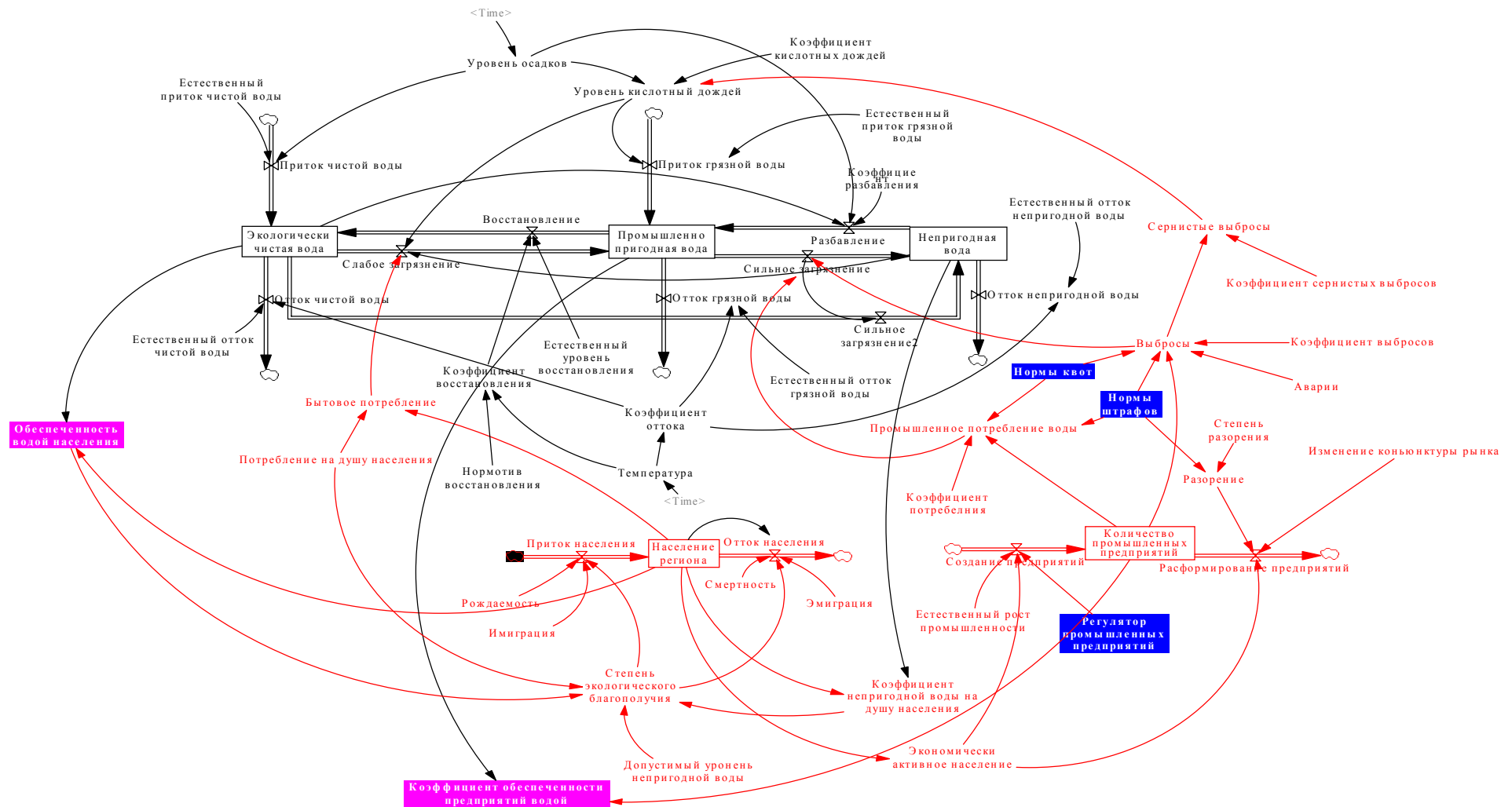


Рис. 6. Анализ и прогноз ресурсного потенциала региона. Водные ресурсы. Системные потоковые диаграммы.

Модель отрасли «Здравоохранение» реализована в рамках аналитического блока «Социальная сфера». Фрагменты системных потоковых диаграмм модели представлены на рис. 7-9. Модель ориентирована на общую оценку медико-демографической ситуации в регионе (рис. 7) и позволяет осуществлять финансовое планирование отрасли с учетом бюджетных средств и ресурсов Фонда медицинского страхования, доходов медицинских учреждений от коммерческой деятельности и др. (рис. 9), разрабатывать меры в части правового (выбор нормативов) регулирования и административного, связанного с реструктуризацией отрасли, определением достаточной и эффективной структуры сети амбулаторно-поликлинических и стационарных учреждений, проведением кадровой политики в отрасли (рис. 8), прогнозировать общую динамику уровня жизни с учетом степени обеспеченности населения услугами этой части социальной сферы.

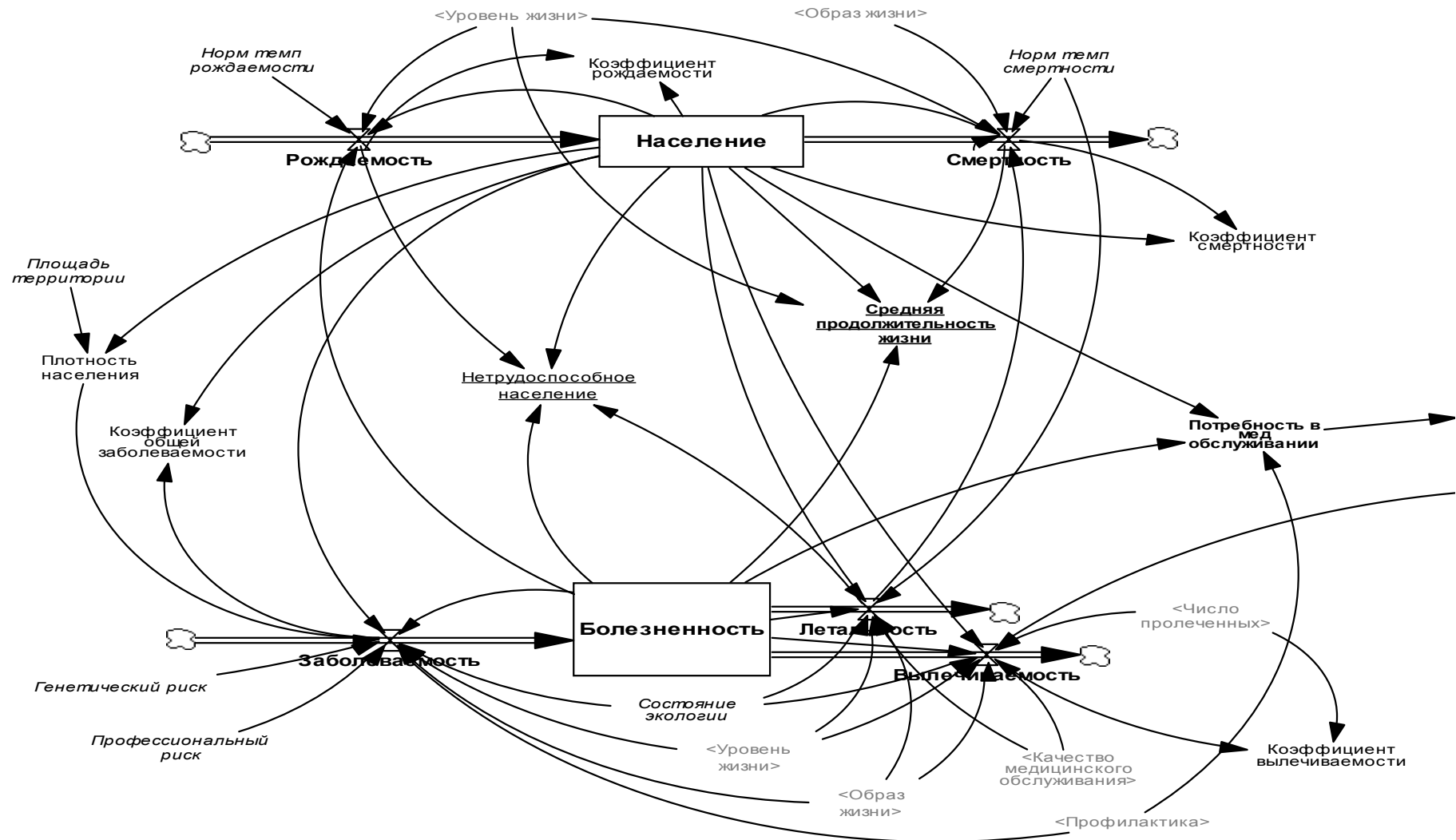


Рис. 7. Здравоохранение. Системные потоковые диаграммы: медико-демографический сектор.

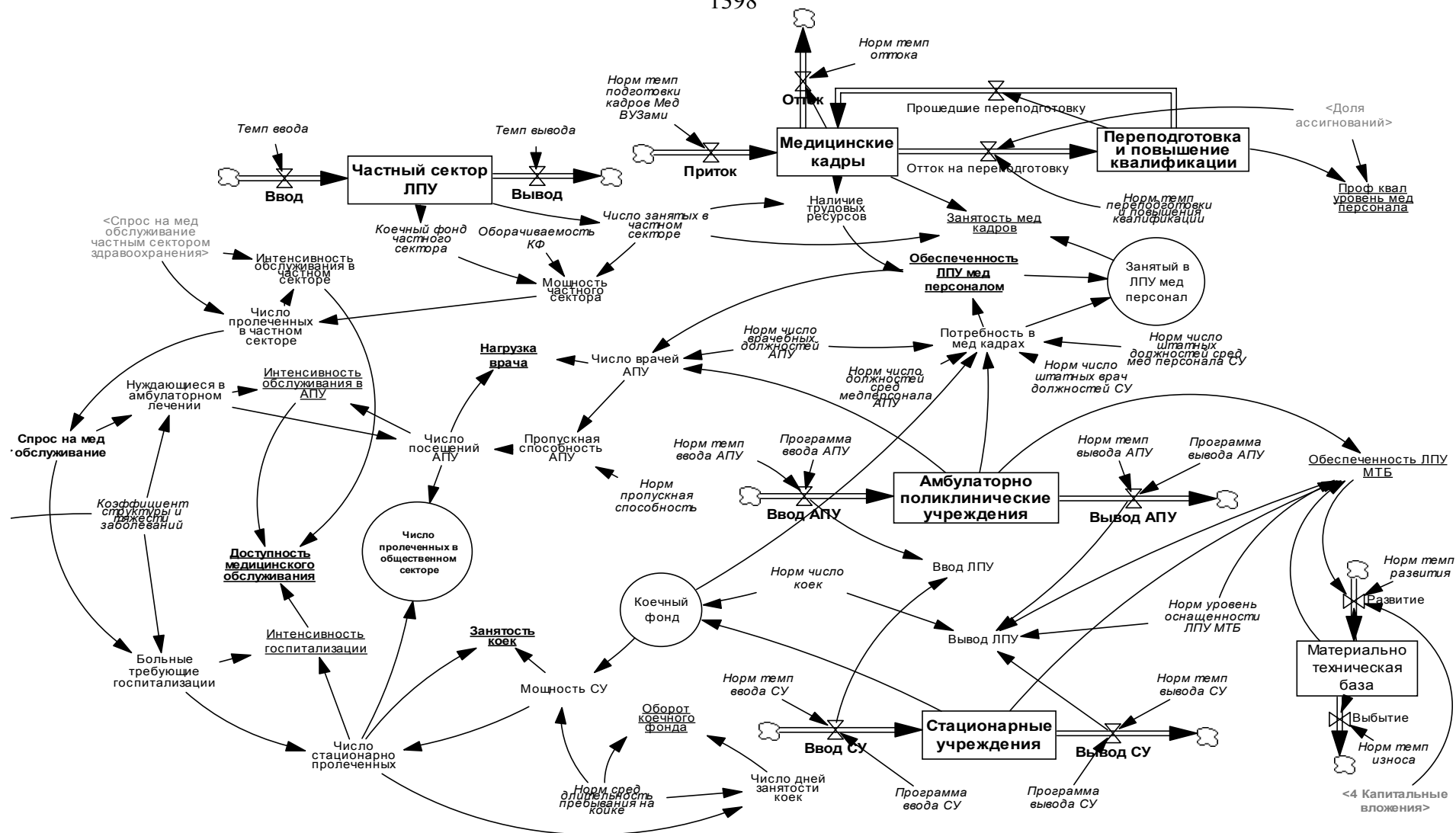


Рис. 8. Здравоохранение. Системные потоковые диаграммы: сектор медицинского обслуживания.

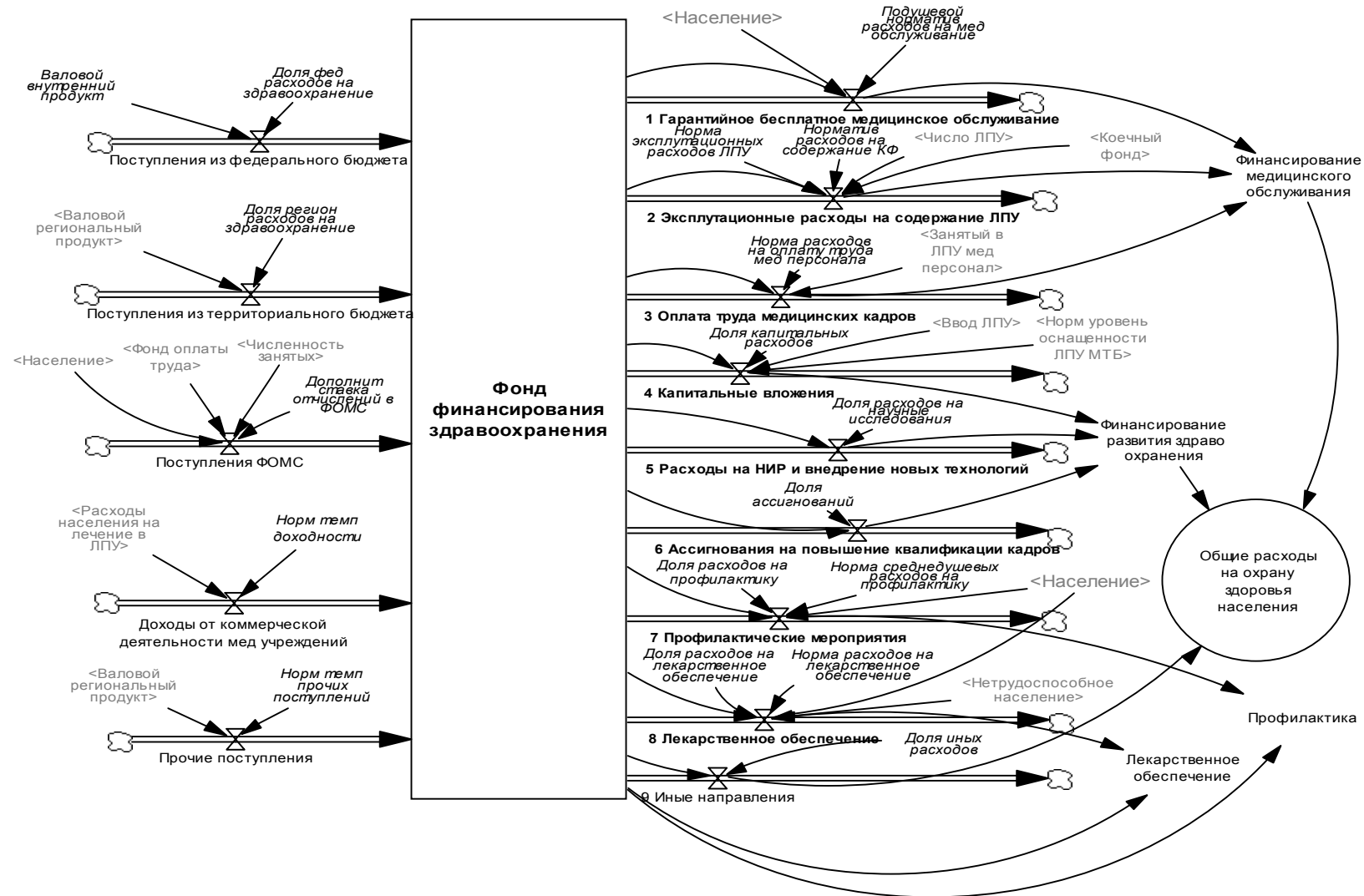


Рис. 9. Здравоохранение. Системные потоковые диаграммы: Финансовый сектор отрасли здравоохранения.

Важной составляющей социальной инфраструктуры является жилищно-коммунальная сфера. Системные потоковые диаграммы агрегированной компьютерной модели «Жилищно-коммунальная сфера» приведены на рис. 12. Компьютерная модель позволяет описывать динамику развития города с учетом воздействия различных факторов, т.к. эволюция жилого фонда и планирование деятельности жилищно-коммунального хозяйства, бюджетный процесс и предпринимательская активность в городе, деятельность строительных организаций, финансовые отношения, реальные демографические и миграционные процессы. Основные подсистемы модели жилищно-коммунальной сферы: бюджет, предприятия (прежде всего строительные), население, земельные ресурсы и жилой фонд, который в свою очередь детализируется по различным категориям с учетом форм собственности, степени износа и др. Основным показателем социально-экономического развития является обеспеченность населения территории жильем, который на моделях других уровней детализации оценивается с учетом факторов качества и доступности приобретения жилья, характером оплаты жилья населением и за счет бюджетных дотаций, с учетом социальных дотаций населению в этой сфере и др. Модели этого комплекса адаптированы на решение современных задач реформирования жилищно-коммунального хозяйства, позволяют проводить общий прогноз основных социально-экономических показателей, выявлять диспропорции с учетом общего состояния жилого фонда и поддерживающей инфраструктуры, осуществлять бюджетное планирование в жилищной сфере, разрабатывать социально-сбалансированную тарифную политику.

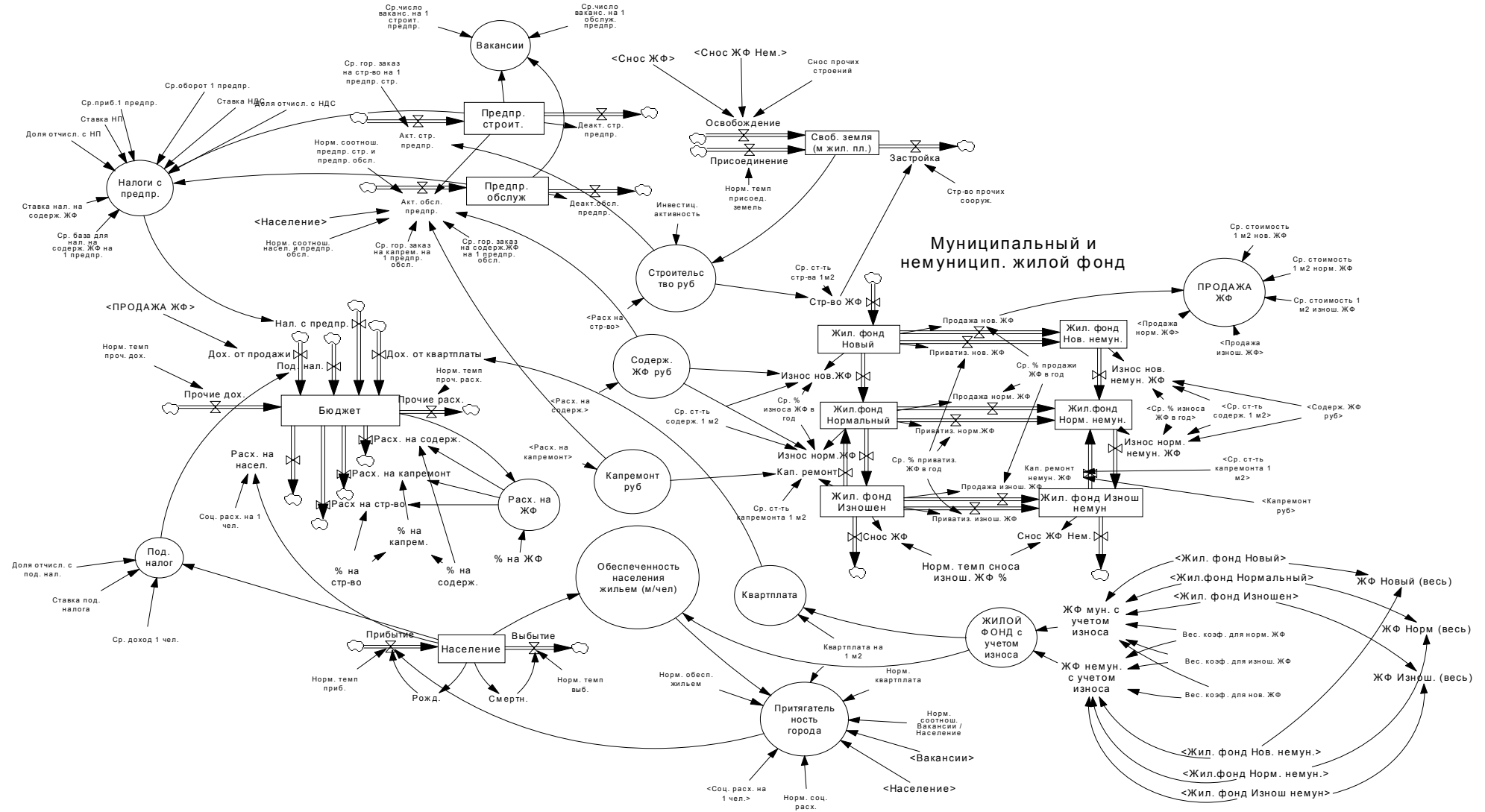


Рис. 10. Агрегированная модель «Жилищно-коммунальная сфера». Системные потоковые диаграммы.

В аналитический блок «Социальная сфера» входят также модели «Образование», «Социальная политика» и др.

Модельный комплекс реализован в высокотехнологичной среде моделирования Vensim 5.0, имеющей развитые идеографические средства для построения системных потоковых диаграмм, инструментарий проведения сценарных расчётов и анализа результатов моделирования.

Разработанный аналитический комплекс территориальных систем позволит органам власти различных уровней решать конкретные стратегические задачи социально-экономического развития народно-хозяйственных комплексов и регионов в целом, обеспечивая их взаимодействие с задачами оперативного управления, и может быть интегрирован в контур СППР соответствующего назначения.

Список литературы

1. Форрестер Дж. Динамика развития города. М.: Прогресс, 1974. 287 с.
2. Лычкина Н.Н. Системы принятия решений в задачах социально-экономического развития регионов // Компьюлог. 1999. № 2 (32). С. 11-18.
3. Лычкина Н.Н. Технологические возможности современных систем моделирования // Банковские технологии. 2000. Вып. 9. С. 60-63.