

Системы поддержки принятия управленческих решений и инструменты сценарного планирования социально- экономического развития территорий

- *Лычкина Наталья Николаевна,*
зам.зав. кафедры информационных систем ГУУ,
президент Русского отделения международного
общества системной динамики
- lychkina@guu.ru

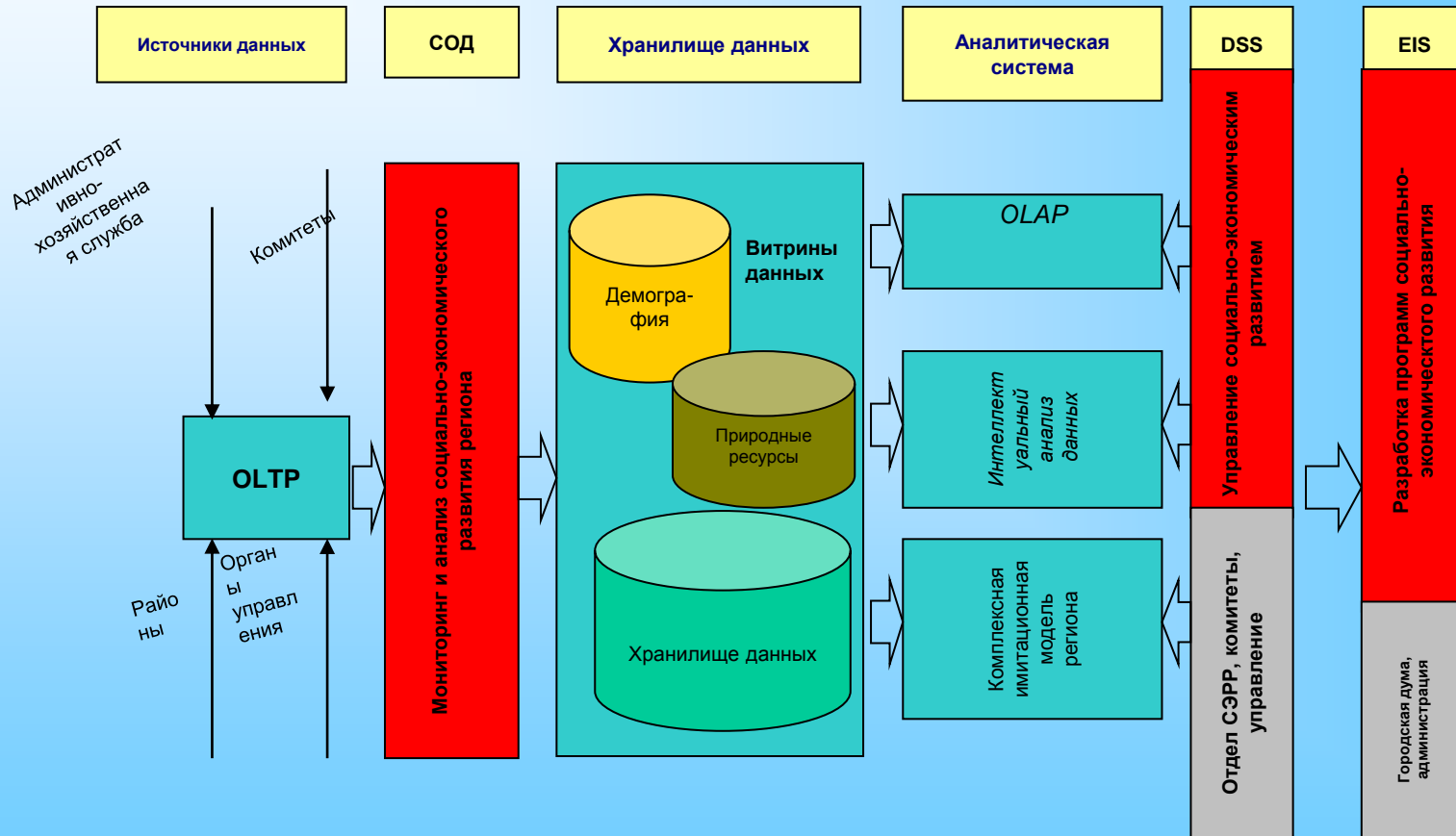


<http://systemdynamics.org>

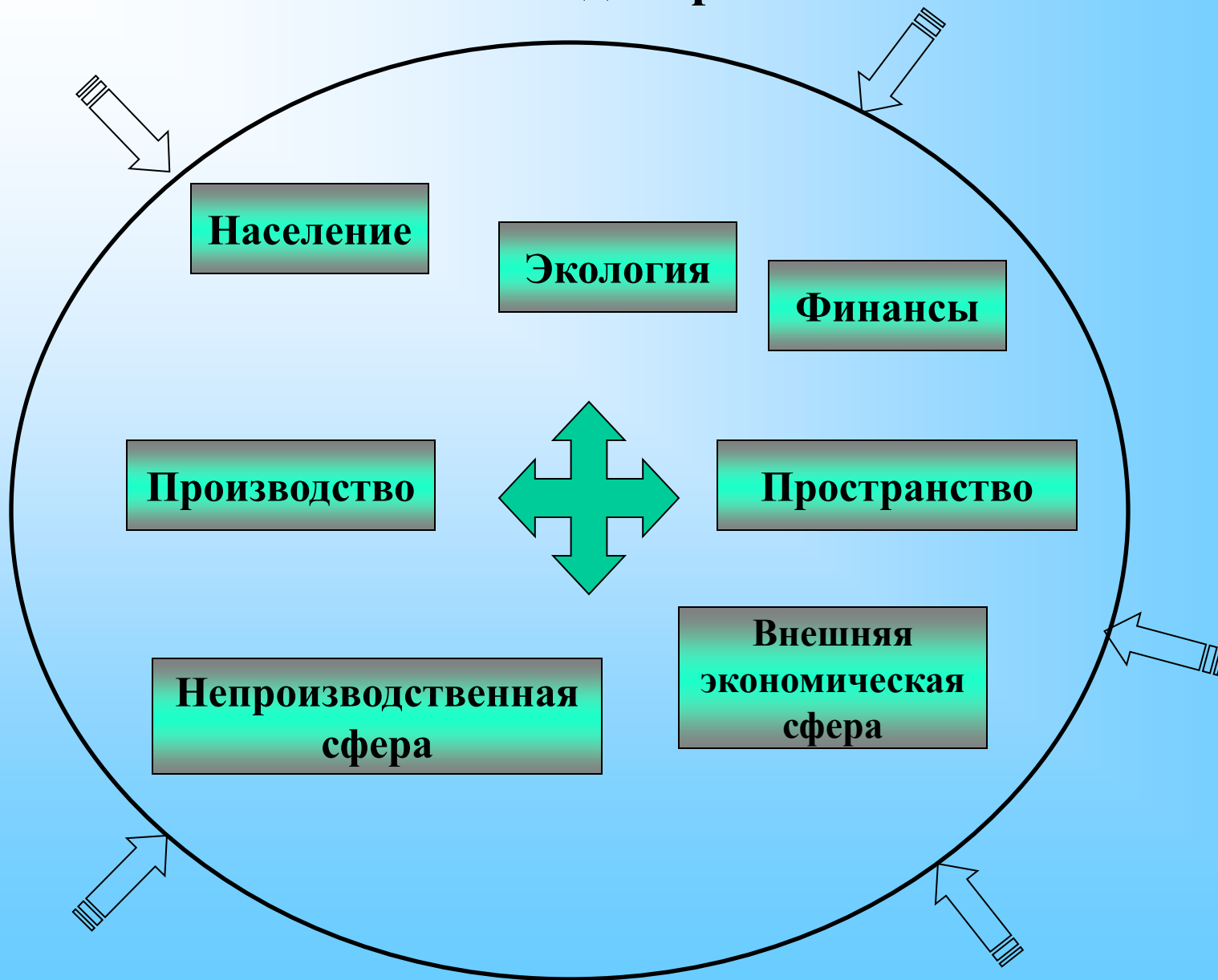


<http://sysdynamics.ru>

Общая архитектура системы поддержки принятия решений для региональных органов власти.



Социально-экономическая система, как объект моделирования



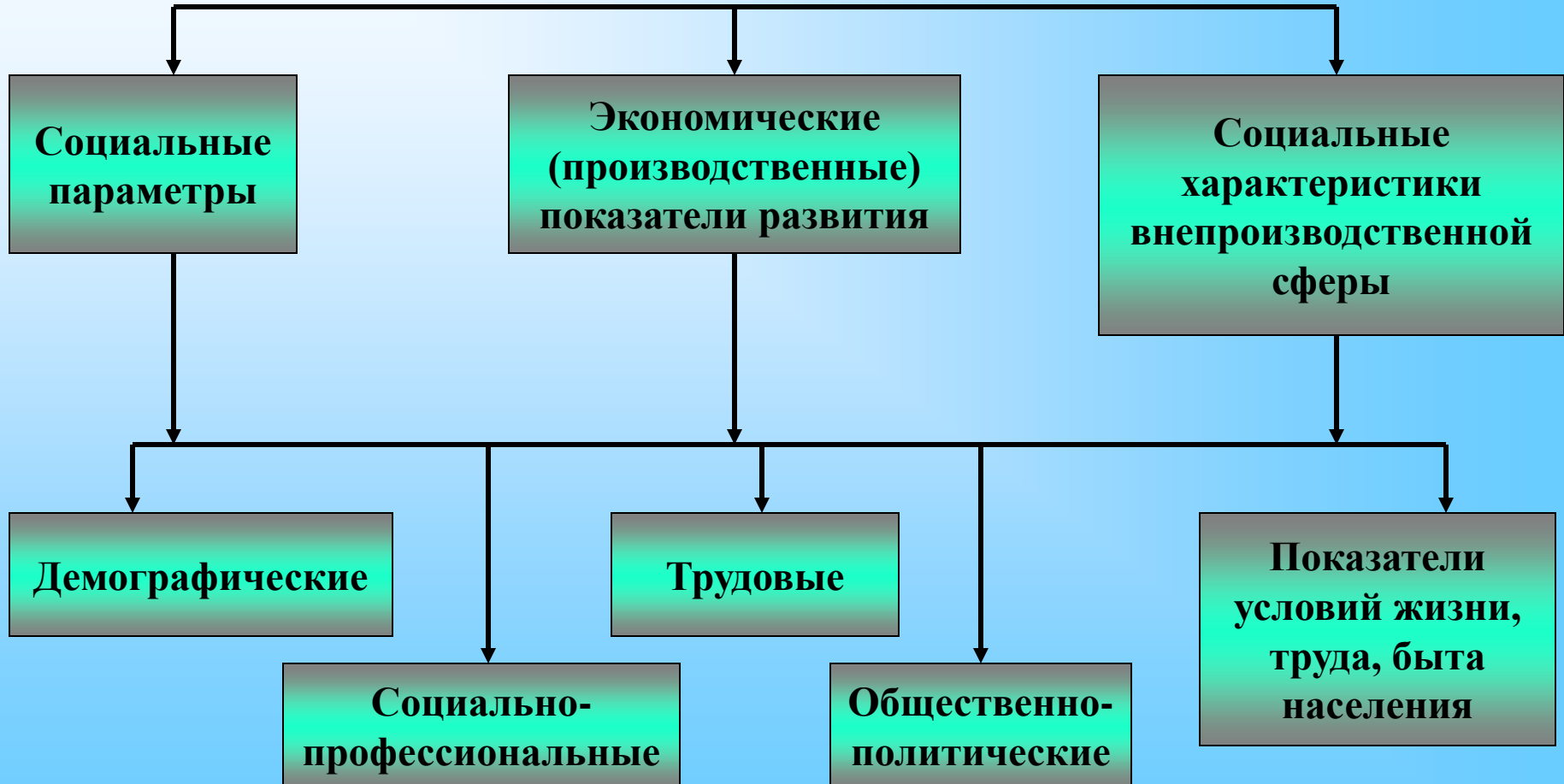
Основные факторы, действующие в социально-экономической системе

- Собственный ресурсный потенциал региона (трудовые, природные, производственные, финансовые ресурсы);
 привлекаемые в регион ресурсы
 (инвестиции, централизованные капитальные вложения и т.п.)
- Реальные процессы общественного воспроизводства



Схема показателей социально-экономического развития региона

Уровень жизни населения



Основные виды регуляторов:

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



Стратифицированная модель социально-экономического развития региона

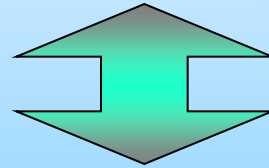
Анализ и прогноз ресурсного потенциала региона

Природные ресурсы

Производственные фонды региона

Финансовые ресурсы региона

Анализ демографической ситуации



Выработка вариантов управленческих решений

Производства регионального подчинения

Производственная инфраструктура региона

Социальная инфраструктура региона



**РЕШЕНИЯ ДЛЯ ФЕДЕРАЛЬНЫХ,
РЕГИОНАЛЬНЫХ И
МУНИЦИПАЛЬНЫХ ОРГАНОВ ВЛАСТИ**

Информационно-аналитическая поддержка принятия решений федеральными, региональными, муниципальными органами 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.*

РЕШЕНИЯ ДЛЯ ФЕДЕРАЛЬНЫХ, РЕГИОНАЛЬНЫХ И МУНИЦИПАЛЬНЫХ ОРГАНОВ ВЛАСТИ

Аналитическая система *«Компьютерное моделирование социально-экономического развития территорий»* включает комплексы имитационных моделей, разработанных на основе методов системной динамики и высокотехнологичных решений в области компьютерного моделирования:

- комплекс моделей социально-экономического развития РФ и ее территорий, позволяющих прогнозировать основные показатели социально-экономического развития регионов, включая финансовые и экономические, в территориальном разрезе, проводить комплексный анализ рыночного равновесия, анализ и прогноз уровня и качества жизни населения региона;
- динамические модели «природные ресурсы», «демография», «экономика», «социальная сфера», «социальная политика» и др.;

Модельный комплекс реализован с применением высокотехнологичных сред имитационного моделирования *Vensim, AnyLogic* имеющих развитые идеографические средства для построения системных потоковых диаграмм, инструментарий проведения сценарных расчётов и анализа результатов моделирования. При реализации аналитических приложений методы компьютерного моделирования в зависимости от задач могут сочетаться с другими методами принятия решений, интеллектуальными технологиями, экспертными процедурами, имитационно-оптимизационными вычислительными процедурами, эконометрическими методами и методами прогнозирования, групповыми методами экспертного оценивания и выработки коллегиальных решений, балансовыми моделями и др. Обеспечивается информационное наполнение моделей из внешних баз данных и транзакционных систем.

Характерные черты сложных систем

- Сложные связи и взаимные влияния процессов часто встречаются в бизнесе, экологии, социальных системах, урбанистике и т.п. Системная динамика оказалась очень эффективным методом для представления и анализа динамики организационных систем (таких как анализ рынка, управление проектами, управление цепочками поставок), она дает исследователю понимание эффекта, который производит на систему изменение тех или иных параметров, позволяет сравнить альтернативные решения по управлению системой с выбором наилучшего. /Карпов Ю.Г./

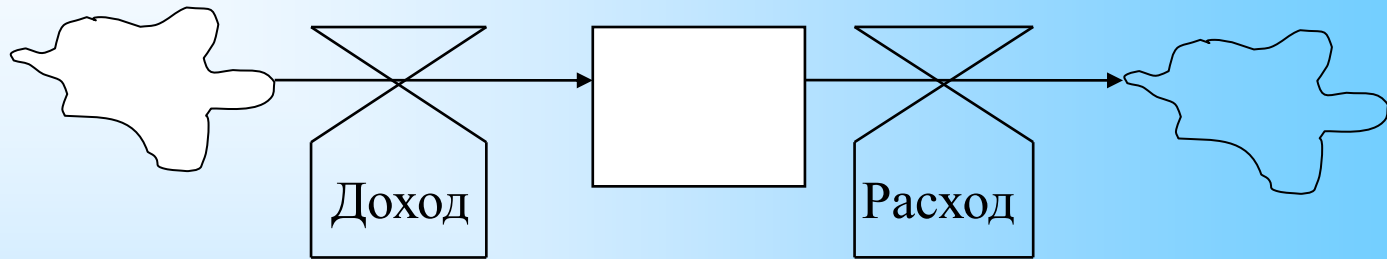
Концепция системной динамики

- В основе этого класса имитационных моделей лежит концепция системной динамики, ориентированная на моделирование систем и процессов *на высоком уровне агрегирования*, где отображения отдельных элементов процессов, т.е. их дискретности, становится ненужным (например, экономика отдельных стран и регионов, транспортные системы страны, и т.п., проблемы мирового развития).
- *В основе концепции системной динамики лежит представление о функционировании системы, как совокупности потоков информации, энергии, промышленной продукции, денежных средств и т.п.*

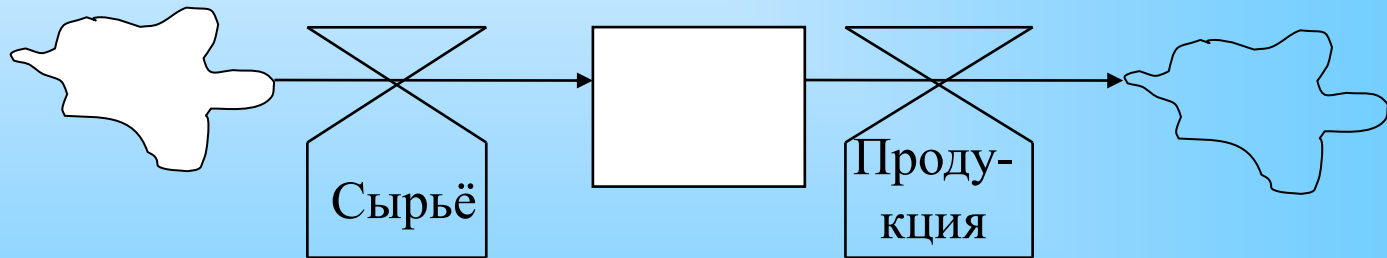
ПОТОКОВАЯ СТРАТИФИКАЦИЯ

Модель рассматривается в качестве *сети потоков материальных ингредиентов модели. Каждая компонента этой сети соответствует какой-то одной совокупности однородных ингредиентов (например, предметы труда, население, денежные средства и т. п.), динамика которых учитывается в модели.*

Модель предприятия



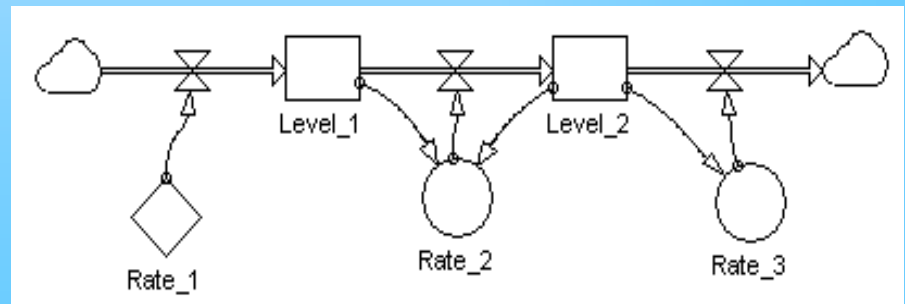
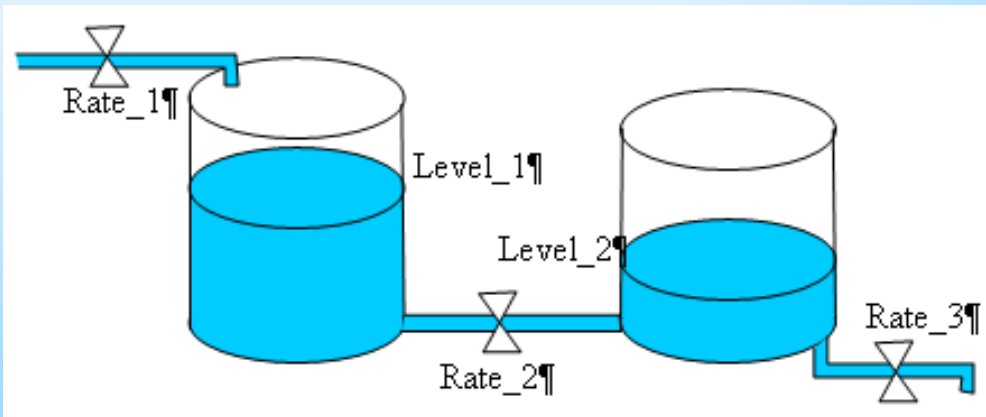
Финансы



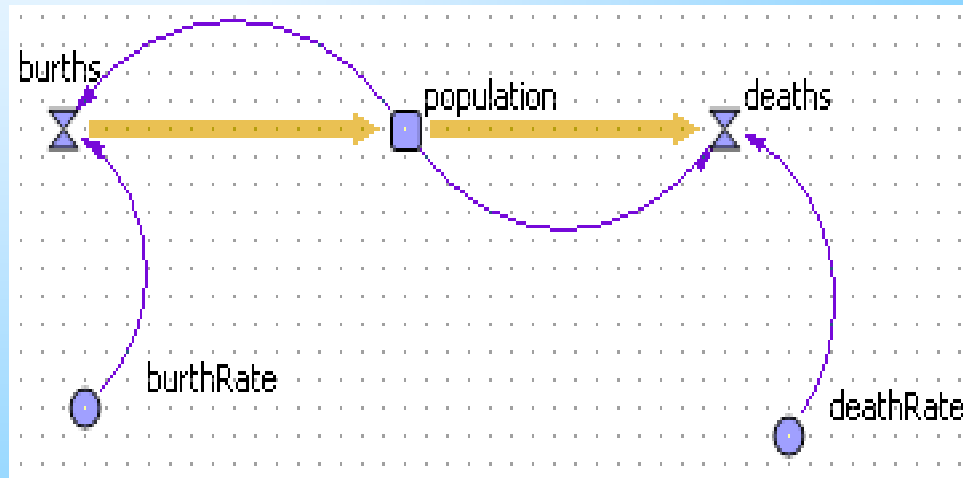
Материальные потоки

Гидравлическая интерпретация потоковых сетей

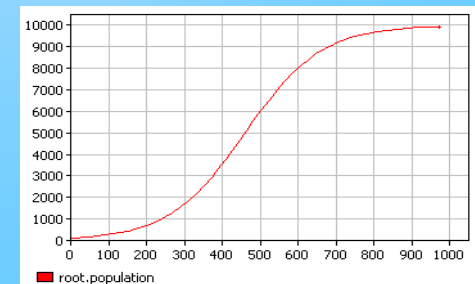
Одна из идей Дж. Форрестера состояла в том, чтобы использовать единую метафору и единую терминологию для потоков любой природы в моделях системной динамики.



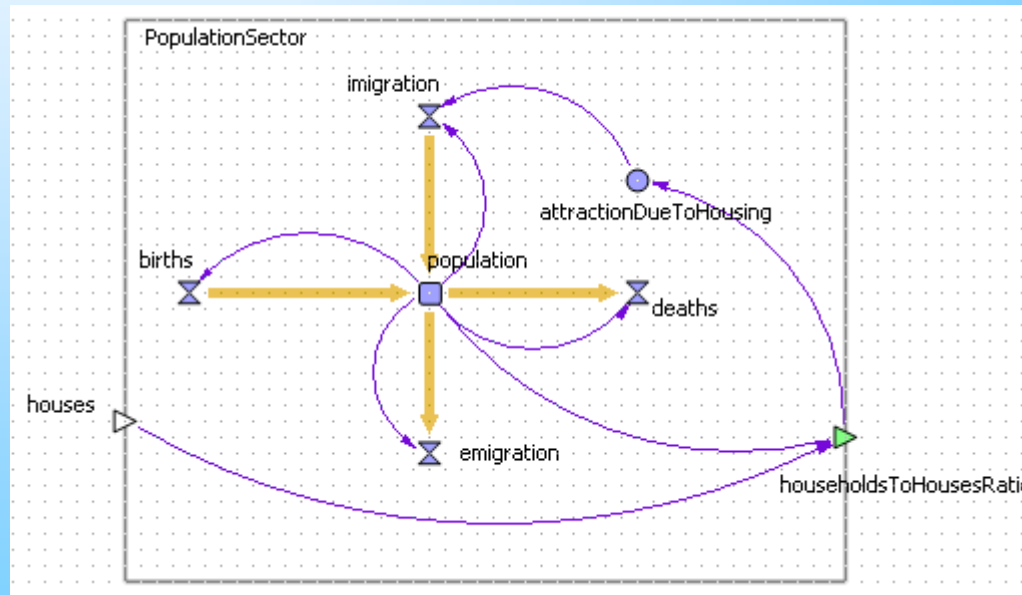
Простая модель развития популяции



$$\begin{aligned}d(\text{population})/dt &= \text{burth} - \text{death}; \\ \text{burth} &= \text{birthRate} * \text{population}; \\ \text{death} &= \text{deathRate} * \text{population} + \\ &\quad \text{stabilityFactor} * \text{population}^2;\end{aligned}$$

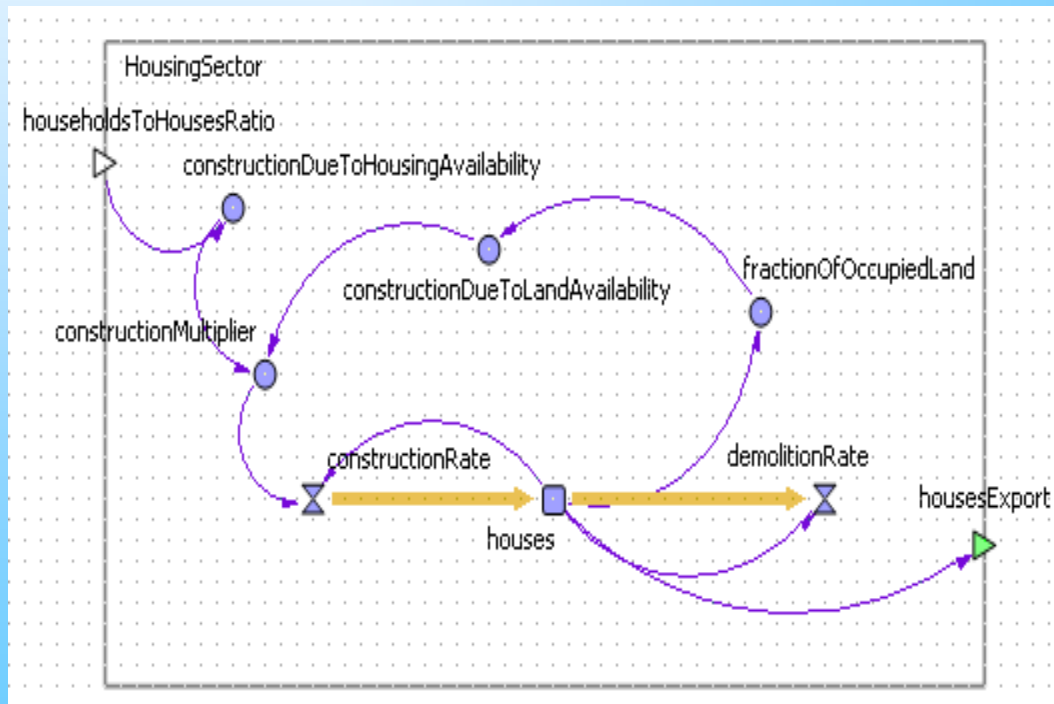


Более сложная модель развития популяции: демографическая модель города



Демографическая модель города

Сектор динамики жилья модели Population



РЕШЕНИЯ ДЛЯ ФЕДЕРАЛЬНЫХ СТРУКТУР

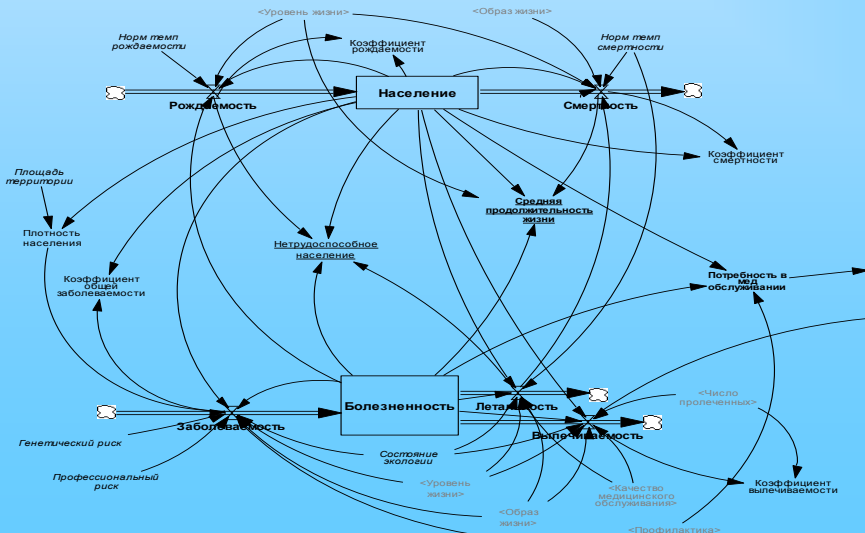
- Комплексный анализ, динамическое моделирование и прогнозирование социально-экономического развития государства и его территорий,
- Многовариантные сценарные расчеты на основе имитационных моделей с учетом параметров налоговой, инвестиционной, бюджетной, структурной и денежно-кредитной политики, социальной и тарифной политики,
- Анализ сценариев и социально-экономических последствий реформирования в таких сферах, как жилищная, здравоохранение, образование, пенсионное обеспечение,
- Разработка долгосрочной энергетической политики государства,
- Планирование государственных заимствований при различных стратегиях управления государственным внешним и внутренним долгом,
- Долгосрочное и среднесрочное прогнозирование уровня и качества жизни, основных социально-экономических показателей развития территорий в зависимости от внешних условий, конъюнктуры мировых рынков, показателей внешней торговли, валютных курсов, цен на энергоресурсы, темпа инфляции и др.

Примеры решений

для федеральных, региональных и муниципальных органов власти:

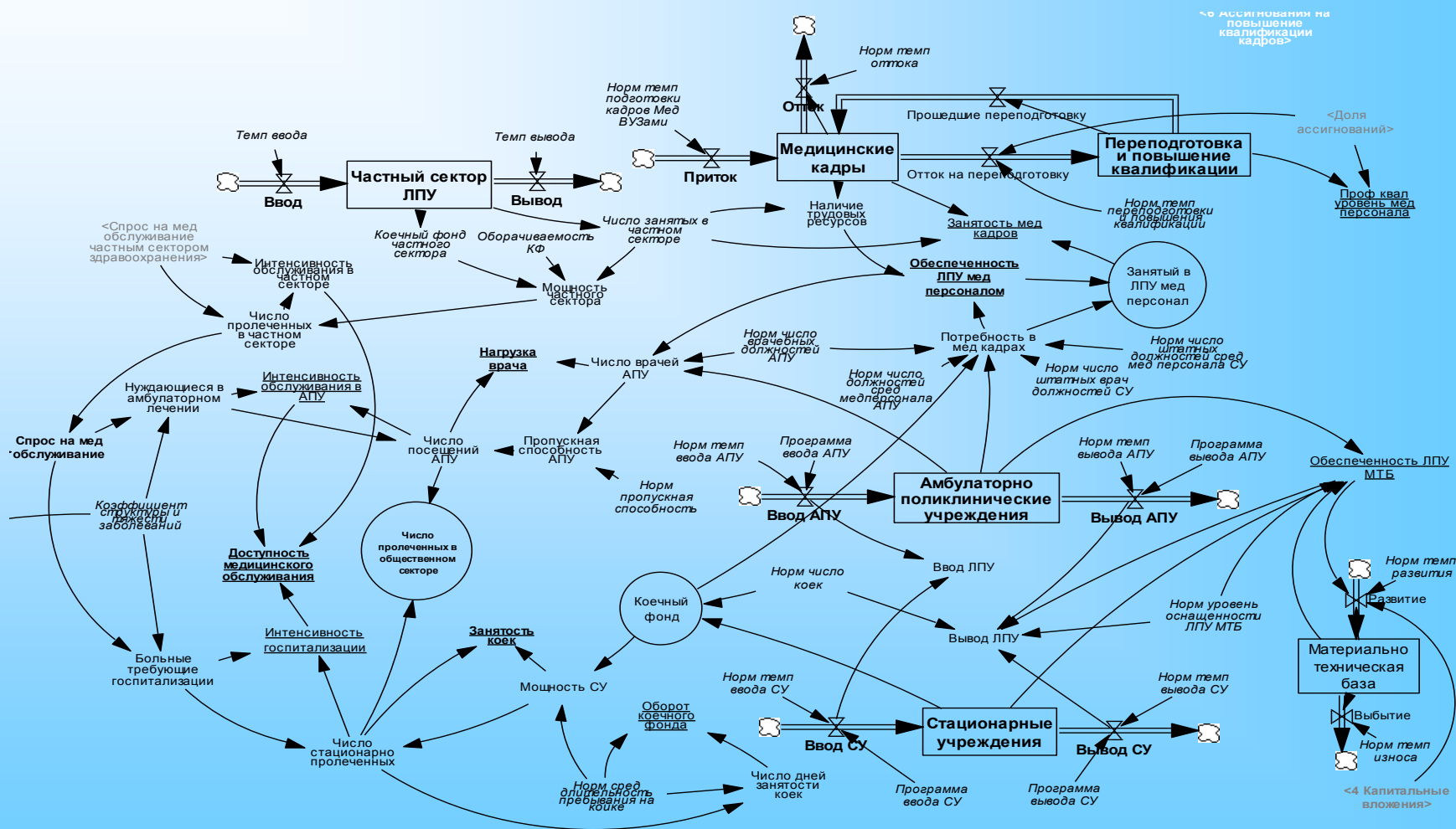
Системно-динамическая модель отрасли здравоохранения

- *Анализ демографических тенденций, динамики заболеваемости, уровня жизни населения; анализ влияния социальных, территориальных, экологических и других факторов риска;*
- *Анализ и прогнозирование состояния финансового фонда системы обязательного медицинского страхования;*
- *Планирование материальных, финансовых, кадровых потребностей сектора здравоохранения в долгосрочной перспективе;*
- *Стратегическое планирование и реструктуризация сети лечебно-профилактических учреждений;*
- *Анализ и прогнозирование обеспеченности населения услугами отрасли.*



РЕШЕНИЯ ДЛЯ ФЕДЕРАЛЬНЫХ СТРУКТУР.

СИСТЕМНО-ДИНАМИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ОТРАСЛИ ЗДРАВООХРАНЕНИЯ



**РЕШЕНИЯ ДЛЯ ФЕДЕРАЛЬНЫХ СТРУКТУР.
ЖИЛОЙ ФОНД.**

Комплекс имитационных моделей жилищно-коммунальной сферы

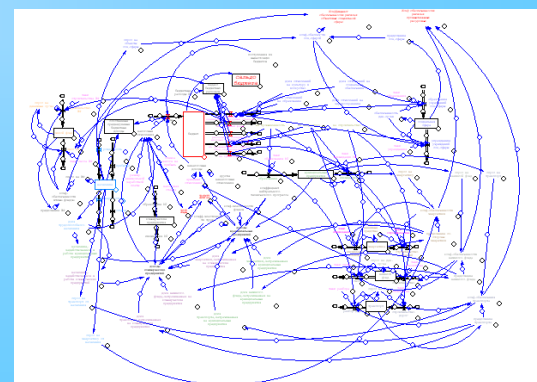
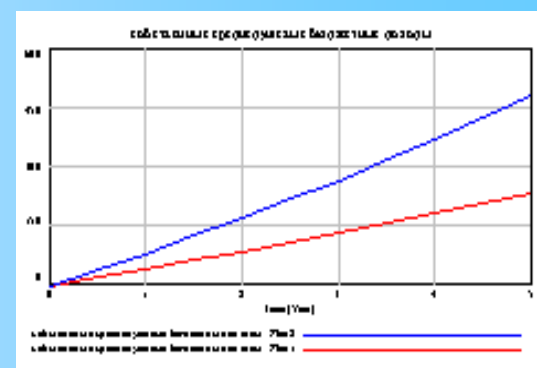
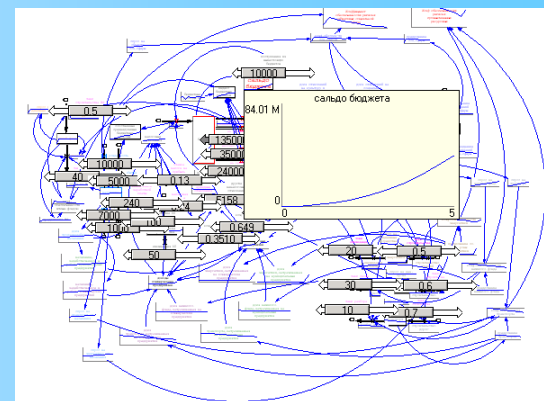
- Анализ состояния жилого фонда (по степени износа, формам собственности и т.п.) и функционирования жилищно-коммунальной сферы и поддерживающей инфраструктуры (вода, тепло, энергетика);*
- Планирование бюджетных расходов города, включая содержание, капремонт и строительство жилого фонда, с целью повышения обеспеченности населения жильем;*
- Анализ экономической активности строительных и обслуживающих предприятий, инвестиционных процессов при строительстве жилого фонда и объектов инфраструктуры;*
- Анализ состояния земельных ресурсов урбанизированной территории, обоснование градостроительных программ.*

РЕШЕНИЯ ДЛЯ РЕГИОНАЛЬНЫХ ОРГАНОВ ВЛАСТИ.

- Комплексный анализ и прогнозирование социально-экономического развития региона на основе имитационной модели,
 - Прогнозирование уровня и качества жизни,
 - Сценарный анализ типа «Что будет, если ?...» на основе комплекса имитационных моделей при различных внешних условиях и различных управляющих воздействиях со стороны федеральных, региональных, и местных органов власти. В модели заложены основные виды регуляторов для территориальных систем: административные, нормативные, земельные, бюджетно-налоговые, организационно-правовые; договорные.
- Аналитическая система поддержки принятия решений для региональных органов власти включает
- обобщенную динамическую модель региона
 - комплекс взаимосвязанных системно-динамических моделей, позволяющих проводить анализ и прогнозирование ресурсного потенциала региона, включая природные ресурсы, производственные фонды и сельское хозяйство, население и трудовые ресурсы, финансы, внешне-хозяйственную деятельность и др.
 - аналитические блоки поддержки принятия управленческих решений по направлениям развития экономики региона, производственной и социальной инфраструктуры региона

РЕШЕНИЯ ДЛЯ РЕГИОНАЛЬНЫХ ОРГАНОВ ВЛАСТИ.

- Комплексный анализ и прогнозирование социально-экономического развития региона на основе имитационной модели,
 - Прогнозирование уровня и качества жизни,
 - Сценарный анализ типа «Что будет, если ?...» на основе комплекса имитационных моделей при различных внешних условиях и различных управляющих воздействиях со стороны федеральных, региональных, и местных органов власти. В модели заложены основные виды регуляторов для территориальных систем: административные, нормативные, земельные, бюджетно-налоговые, организационно-правовые; договорные.
- Аналитическая система поддержки принятия решений для региональных органов власти включает
- обобщенную динамическую модель региона
 - комплекс взаимосвязанных системно-динамических моделей, позволяющих проводить анализ и прогнозирование ресурсного потенциала региона, включая природные ресурсы, производственные фонды и сельское хозяйство, население и трудовые ресурсы, финансы, внешне-хозяйственную деятельность и др.
 - аналитические блоки поддержки принятия управленческих решений по направлениям развития экономики региона, производственной и социальной инфраструктуры региона



РЕШЕНИЯ ДЛЯ РЕГИОНАЛЬНЫХ ОРГАНОВ ВЛАСТИ.

Осуществлена практическая реализация модельных комплексов следующего функционального назначения, адаптация которого производится по данным и задачам конкретного региона:

- *Анализ и прогнозирование ресурсного потенциала региона*
- *Природные ресурсы. Экология и охрана окружающей среды.*
- *Демография, миграция. Трудовые ресурсы и занятость.*
- *Экономика региона. Отраслевая динамика. Автоперевозки.*
Нефтяная промышленность.
- *Сельское хозяйство.*
- *Социальная политика и реформы социальной сферы.*

Динамическая модель сельско-хозяйственного региона

- Прогнозирование состояния земельного фонда и других природных ресурсов с/х региона, с учетом их биоклиматического потенциала, для планирования их дальнейшего использования; экологическое регулирование;*
- Анализ и прогнозирование экономического состояния в регионе (деятельности предприятий, наличия высокотехнологичных и новых ОПФ); прогнозирование объемов производства сельскохозяйственной продукции, анализ возможных каналов сбыта продукции внутри региона и за его пределы;*
- Сценарный анализ возможных стратегий социально-экономического развития с/х региона.*

РЕШЕНИЯ ДЛЯ РЕГИОНАЛЬНЫХ ОРГАНОВ ВЛАСТИ.

Модельные комплексы ориентированы на решение широкого спектра задач управления:

- **обобщенная компьютерная модель региона**, позволяет 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»**;
- модельный комплекс **«Природные ресурсы региона»** с детализацией по основным видам природных ресурсов: земельные ресурсы (в том числе земли урбанизированных территорий), водные, лесные, минерально-сырьевые и др. ресурсы, позволяет 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 финансовой политики региона;
- блок **«Анализ демографических тенденций»** реализован на основе системно-динамических моделей, с выделением подсистемы **«Трудовые ресурсы региона. Занятость»**;
- комплекс моделей **«Экономика»**, позволяет прогнозировать состояние отраслевых (производственных) и региональных комплексов, проводить анализ рыночного равновесия и выделять диспропорции и соответствующие точки роста в экономической системе региона;
- комплекс динамических моделей **«Социальная сфера»**, в рамках которого реализованы соответствующая агрегированная модель и детализированные по отраслевому признаку модельные комплексы **«Здравоохранение»**, **«Жилой фонд»**, **«Образование»** (адаптированные на решение задач в рамках проводимых в настоящее время реформ в этих сферах), и другие;
- возможна адаптация модельных комплексов под специфику регионов – проекты **«Урбанизированная территория и градостроительные программы»**, **«Малые города России»**, **«Сельскохозяйственные регионы»** и т.п.

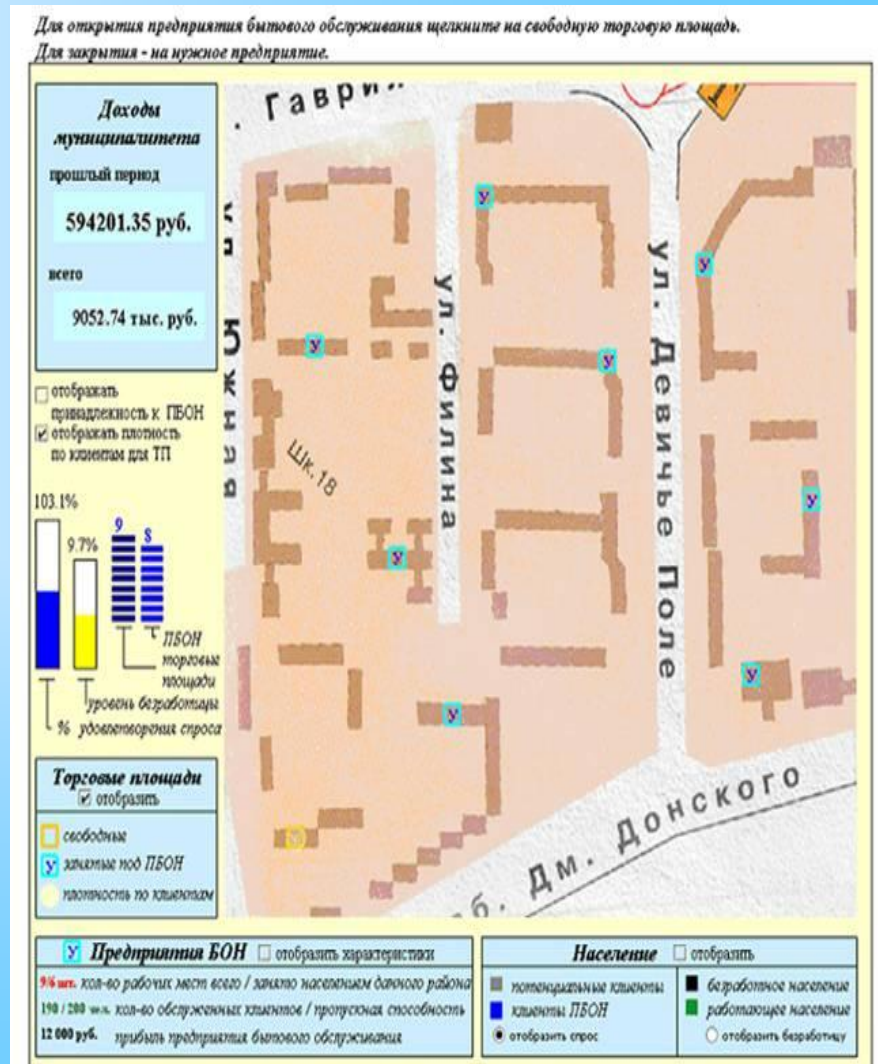
РЕШЕНИЯ ДЛЯ МУНИЦИПАЛЬНЫХ ОРГАНОВ ВЛАСТИ.

- Ситуационный анализ на основе имитационной модели при реорганизации промышленных зон города,
- Градостроительная политика и размещение объектов заданной функциональности на территории с применением карт территории и многоагентных имитационных моделей,
- Проектирование пространственной и транспортной инфраструктуры логистических центров, бизнес и мега-торговых центров и площадок на территории города.
- и др.

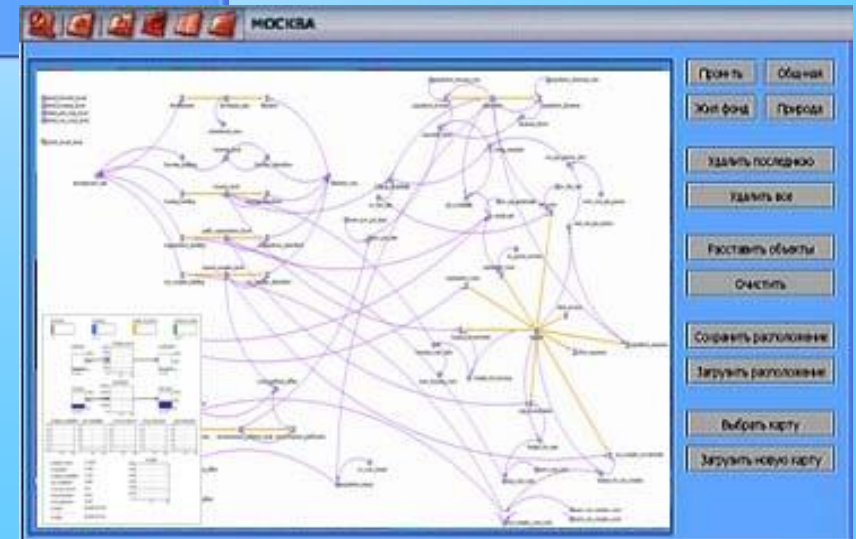
РЕШЕНИЯ ДЛЯ МУНИЦИПАЛЬНЫХ ОРГАНОВ ВЛАСТИ.

Модельный комплекс «Реорганизация промышленных зон города»

- Анализ состояния промышленных предприятий и промышленных зон на основе мониторинга и оценка ситуации в целом;
- Планирование мероприятий по реновации и развитию территорий, подготовка сценариев реорганизации промышленных зон на основе градостроительной программы и прогнозирование социально-экономических последствий реорганизации промышленной территории на основе имитационной модели путем анализа возможных вариантов застройки промышленных территорий объектами различной функциональности;
- Интерактивный поиск приемлемых и коллегиальных для всех участников жизни города решений.



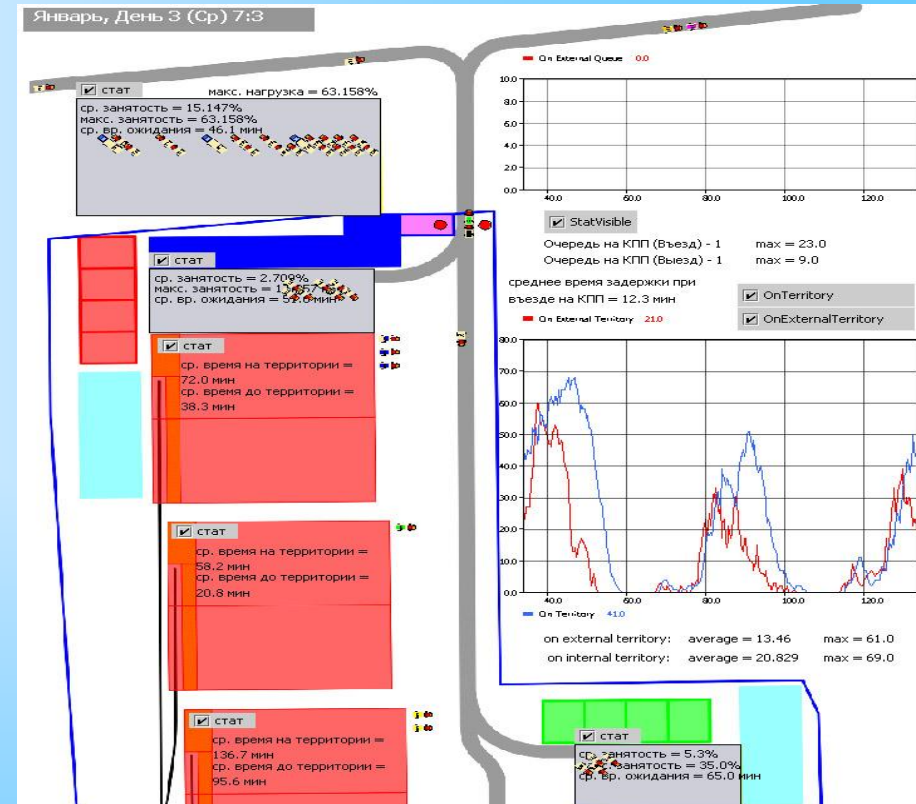
**РЕШЕНИЯ ДЛЯ МУНИЦИПАЛЬНЫХ ОРГАНОВ ВЛАСТИ.
ИМИТАЦИОННАЯ МОДЕЛЬ ФОРМИРОВАНИЯ СЦЕНАРИЕВ
РАЗВИТИЯ ПРОМЫШЛЕННЫХ ТЕРРИТОРИЙ И ИХ ДИНАМИЧЕСКОГО КОМПЬЮТЕРНОГО АНАЛИЗА**



РЕШЕНИЯ ДЛЯ МУНИЦИПАЛЬНЫХ ОРГАНОВ ВЛАСТИ.

Проектирование инфраструктуры логистического центра с применением имитационной модели.

• Разработка планировочных решений для проектируемого на заданной территории логистического центра. Анализ потенциального грузопотока и планирование ресурсов.



Мастерская имитационного моделирования под руководством Лычкиной Н.Н. предлагает следующие услуги :

- Разработка, верификация и тестирование имитационных моделей высококвалифицированными специалистами - системными аналитиками;
- Разработка комплекса динамических моделей и аналитических приложений на основе комбинирования методов имитационного моделирования и системной динамики, экономико-математических методов, интеллектуальных компьютерных технологий, методов стохастического поиска оптимальных решений и др.;
- Концептуализация проблемных ситуаций при активном участии лиц принимающих решения и заказчиков;
- Адаптация шаблонов решений этого класса системными аналитиками под требования заказчиков;
- Подготовка и анализ отраслевых и региональных сценариев развития. Анализ конкретных ситуаций и проблем с применением сценарного планирования на имитационных моделях;
- Консалтинг по методологическим и технологическим вопросам динамического моделирования и сценарного планирования;
- ИТ- консалтинг. Решения в плоскости настройки DSS- приложений;
- Выполнение ИТ-проектов, информационное наполнение моделей данными из учетных систем и внешних баз данных;
- Обучение и консультации пользователей;
- Интеграционные проекты по модульному принципу на основе обобщенной системно-динамической модели региона.

Инструментальные возможности модельного комплекса:

- *Инновационные концепции динамического моделирования ;*
- При разработке имитационных моделей применяются *высокотехнологичные коммерческие симуляторы* мирового уровня: AnyLogic, Vensim, Powersim, iThink и др.;
- Богатый аналитический инструментарий имитационного и экономико-математического моделирования, развитые *алгоритмы оптимизации* для решения сложных (комплексных) задач;
- Возможности для проведения *сценарных расчетов* типа «что-если»;
- Интуитивно-понятные визуальные *идео-графические интерфейсы* компьютерных моделей и аналитических систем, ориентированные на пользователей и лиц принимающих решения, на восприятие управленцев и их понимание происходящих процессов, развитая визуализация. Поддержка блочного моделирования и диаграммных представлений моделей, упрощающая построение моделей на основе совместных экспертных ревизий с заказчиком, не имеющим специальной математической подготовки;
- Широкий набор форм графического и табличного представления результатов моделирования и сценарных расчетов с возможностями интерпретации динамики моделируемых социально-экономических систем и показателей социально-экономического развития регионов;
- *Интеграция* аналитических приложений и информационных систем, формирование многомодельных комплексов на основе мощного транспорта данных и стандартных сетевых решений;
- Упрощенный процесс изменения и расширения моделей.

The 27th International Conference of the System Dynamics Society

PROGNOZ

STATE UNIVERSITY OF MANAGEMENT



SIMULATION MODELING OF REGIONS' SOCIAL AND ECONOMIC DEVELOPMENT
IN DECISION SUPPORT SYSTEMS

PROGNOZ SPECIALIZES IN THE
DELIVERY OF BUSINESS
INTELLIGENCE SOLUTIONS TO:

AGRICULTURE ■
BANKING ■
ENERGY ■
FINANCIAL SERVICES ■
GOVERNMENT ■
HEALTHCARE ■
TOURISM ■
TRANSPORTATION ■
ACADEMIA ■



MODELING TOOLKIT

- developing extensive econometric models;
- scenario forecasting;
- optimization and optimal control tasks;
- forward-looking dynamics;
- simulation modeling.

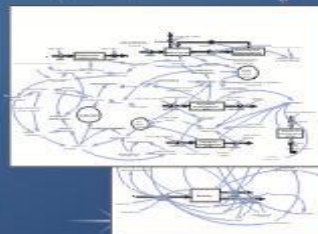
ECONOMIC MODELS AND APPROACHES

- input-output balance model;
- modeling general economic equilibrium;
- high-frequency modeling;
- algorithms to provide automatic selection of econometric models.

WWW.PROGNOZ.COM

Analysis and forecasting of the region's resource potential. Natural resources. Demography. Labour resources. Regional economy. Agriculture. Social sphere.

System and dynamic model of health care



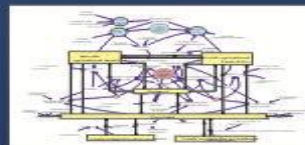
- Analyzing demographic tendencies, morbidity dynamics and population living standards;
- analyzing social, territorial, ecological and other risk factors; analyzing and forecasting financial condition of compulsory health insurance system;
- strategic planning of material, financial and staffing needs of health care system;
- reorganizing network of prevention and treatment facilities;
- analyzing and forecasting population provision with health care services.

Simulation models for housing and communal utilities



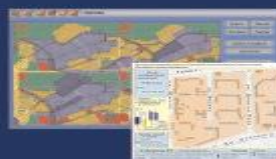
- analyzing housing stock condition and performance of housing and communal utilities and supporting infrastructure;
- planning budget expenditures of the city including housing stock maintenance, renewal and construction in order to improve population provision with dwelling;
- analyzing business activity of construction and maintenance enterprises and investment processes when constructing housing stock and infrastructure;
- analyzing condition of land resources of urban territories, validating town-planning programs.

Dynamic model of an agricultural region



- forecasting condition of land and other natural resources of the region taking into account their bioclimatic potential and planning their further use;
- environmental regulation;
- analyzing and forecasting the region's economic condition;
- forecasting agricultural production volume;
- scenario analysis of possible strategies of the region's socio-economic development.

Solutions for municipal authorities



- situation analysis when reorganizing industrial districts of the town based on the simulation model;
- town-planning policy and allocating various functional objects on the territory using territorial maps and multiagent simulation models.

WWW.LICHKINA.GUU.RU