

ИМИТАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ РЕГИОНОВ

Н. Н. Лычкина (Москва)

Управление реальной региональной экономикой и выработка рациональных вариантов экономической политики, принятие согласованных социально-экономических решений лежит на пути применения новейших информационных технологий при создании *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. Сложность реальных социально-экономических процессов и комплексный характер их исследования, трудно формализуемый процесс принятия решений, предполагающий участие коллектива разнопрофильных специалистов в целенаправленном модельном исследовании, определили способ реализации таких систем, основу которых составляет комплекс взаимосвязанных имитационных и оптимизационных моделей с соответствующей информационной поддержкой процесса исследования, экспертные и интеллектуальные системы, аккумулирующие опыт решения задач управления и обеспечивающие участие коллектива экспертов, взаимодействующих через диалоговый интерфейс с комплексом моделей в процессе выработки рационального экономического решения.

В докладе рассматриваются *методологические и технологические подходы к построению СППР* [1] для региональных и муниципальных органов власти, основанные на реализации итеративной, многоэтапной процедуры принятия решения, включающей этапы: выявление структурных особенностей в поступаемых в ходе мониторинга территориальных данных с применением концепции Хранилища Данных, анализ тенденций и визуализация выявленных в данных зависимостей с помощью средств Интеллектуального Анализа Данных и OLAP- технологий. Центральным этапом процедуры принятия решения является *системное моделирование региона*, формализуемое в СППР на основе комплекса взаимосвязанных имитационных и оптимизационных моделей с развитыми динамическими и информационными связями между моделями всех уровней, поддерживаемого стратифицированным описанием, выполненным CASE-средствами на верхнем уровне представления моделируемой системы. Процедуры выбора реализуются на основе сценарного подхода, характеризуются прямым участием эксперта в целенаправленном модельном исследовании и применением вычислительных процедур [3] на основе компенсационного сочетания экспериментального подхода компьютерного моделирования с различными аналитическими методами – статистическими, балансовыми, логистическими, итерационными имитационно-оптимизационными вычислительными процедурами и интеллектуальными технологиями.

С позиций системного подхода [2] сформировано *стратифицированное описание модельного комплекса* социально-экономического развития региона, в общем виде приведенное на рисунке, где выделены основные уровни: анализ и прогнозирование ресурсного потенциала региона и уровень стратегического планирования социально-экономического развития региона по трем основным направлениям – производственная (экономическая) сфера, производственная инфраструктура региона, социальная инфраструктура. Основная целевая задача регионального управления состоит в целенаправленном выборе управляющих решений и экономических методов управления, которые определяют такие пропорции общественного воспроизводства (достижение баланса использования ресурсов в системе), максимально способствующие удовлетворению потребностей населения в регионе и повышению его жизненного уровня.



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. В общем случае система показателей должна формировать интегрированный критерий, отражающий уровень жизни населения в регионе; давать обобщающую оценку социальных параметров региона (включая демографические, трудовые, параметры, отражающие условия жизни, труда и быта населения региона); характеризовать в целом объективные экономические (производственные) условия региона, а также отражать социальные характеристики внепроизводственной сферы, зависящие от развития производства.

Основным системообразующим методом моделирования социально-экономического развития регионов является *метод имитационного моделирования*, позволяющий формировать обобщенную модель системы на основе единого фрейма данных, описывать слабоструктурированные социальные системы в условиях неопределенности, действия стохастических факторов различной природы, осуществлять анализ динамических процессов, исследовать большое количество альтернатив, сценариев развития.

На кафедре Информационных систем Государственного Университета Управления в рамках рассмотренного стратифицированного описания *создана аналитическая*

система «Моделирование социально-экономического развития региона», ядро которого составляет комплекс имитационных моделей, реализуемый на основе методов системной динамики и современных технологий имитационного 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 «Население» 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», «Сельскохозяйственные регионы» и т. п.

Модельный комплекс реализован средствами высокотехнологичных систем моделирования Ithink, VENSIM и др., позволяющих на идеографическом уровне формировать системные потоковые диаграммы, являющиеся формой структуризации знаний эксперта, имеющих развитые графические и инструментальные средства для проведения сценарных расчетов.

Развитие технологии имитационного моделирования. На сегодняшний день имитационное моделирование становится все более зрелой технологией, ее применение в СППР обусловлено созданием развитых многофункциональных оболочек компьютерного моделирования, имеющих средства интеграции с другими интеллектуальными средами. В докладе обозначены основные тенденции в развитии имитационного моделирования, включающие основные аспекты:

- методологический,
- математический,
- технологический.

Развитие методологических основ системного моделирования связано с созданием новых концепций формализации и структуризации моделируемых систем; математической и информационной поддержкой процесса системного моделирования, ориентированной на весь цикл исследования: от постановки проблемы и формирования концептуальной модели – до анализа результатов вычислительного эксперимента и принятия решения; отработкой подходов к созданию стратифицированных описаний моделируемых систем, разработкой методологических подходов к построению СППР и Ситуационных центров, реализацией комплексных проектов по моделированию и многими другими.

Математическая поддержка имитационного моделирования прежде всего связана с широким использованием на разных стадиях имитационного исследования, и в процедурах направленного вычислительного эксперимента, в первую очередь, статистических методов самого различного назначения, математических методов оптимизации и принятия решения, методов искусственного интеллекта.

Технологический уровень современной системы моделирования определяется:

- универсальностью и гибкостью базовой и альтернативной к базовой концепций структуризации и формализации моделируемых динамических процессов, заложенных в систему моделирования. Сегодня популярны среди систем моделирования дискретного типа процессно-ориентированные концепции структуризации, основанные на сетевых парадигмах, автоматном подходе и некоторые другие; среди систем моделирования непрерывного типа – модели и методы системной динамики;

- наличием средств проблемной ориентации, когда система моделирования содержит наборы понятий, абстрактных элементов, языковые конструкции из предметной области соответствующего исследования;

- применением объектно-ориентированных специализированных языков программирования, поддерживающих авторское моделирование и процедуры управления процессом моделирования;

- наличием удобного и легко интерпретируемого графического интерфейса, когда блок-схемы дискретных моделей и системные потоковые диаграммы реализуются на идеографическом уровне, параметры моделей определяются через подменю;

- использованием развитой двух- и трехмерной анимации в реальном времени;

- возможностью для реализации нескольких уровней представления модели, средствами для создания стратифицированных описаний. Стратификация систем, являясь общим принципом системного моделирования, реализуется в технологии имитационного моделирования либо путем детализации, итерационной процедуры эволюции имитационной модели, – либо путем создания комплекса взаимосвязанных моделей, с развитыми информационными и имплицитными связями между моделями. Стратифицированные модели представляют собой машинно-ориентированные понятия, предполагающие конструирование баз данных и знаний, над которыми определены вычислительные процессы решения задач системного анализа и принятия решения. Современные системы моделирования применяют структурно-функциональный подход, многоуровневые иерархические, вложенные структуры и другие способы представления моделей на разных уровнях описания;

- наличием линеек и инструментов для проведения и анализа результатов сценарных, вариантных расчетов на имитационной модели;

- математической и информационной поддержкой процедур анализа входных данных, анализа чувствительности и широкого класса вычислительных процедур [3], связанных с планированием, организацией и проведением направленного вычислительного эксперимента на имитационной модели. Специализированные аналитические блоки на основе методов планирования факторного эксперимента, дисперсионного, ре-

грессионного анализа и широкого спектра статистических методов [5], методологии анализа поверхности отклика и другими блоками оптимизации, ориентированными на специфику имитационного моделирования не исчерпывают весь инструментарий аналитической поддержки направленного вычислительного эксперимента на имитационной модели. Перспективно применение итерационных имитационно-оптимизационных процедур [6], балансовых методов и логистических процедур, логических методов принятия решения [7], экспертных систем и методов искусственного интеллекта при организации и обработке результатов эксперимента на имитационной модели. Экспериментальные исследования на имитационной модели информативны, поэтому необходима реализация подхода Simulation Data Base, основанного на доступе к базам данных моделирования. Технологически это решается при помощи собственных специализированных аналитических блоков системы моделирования или за счет интеграции с другими программными средами;

- применением многопользовательского режима работы, интерактивного распределенного моделирования, разработками в области взаимодействия имитационного моделирования со Всемирной паутиной и др.

Более подробно технологические возможности современных систем моделирования рассматриваются в [4].

Литература

1. **Лычкина Н.Н.** Системы поддержки принятия решений для региональных органов власти, – В сб. «Реформы в России и проблемы управления», ГУУ, выпуск 3, 2003.
2. **Лычкина Н.Н.** Моделирование социально-экономического развития регионов/Материалы научно-практического семинара кафедры информационных систем/Под ред. Ю.М. Черкасова; ГУУ – М., 2001.
3. **Лычкина Н.Н.** «Системы принятия решений в задачах социально-экономического развития регионов», Компьюлог, № 2(32), М., 1999 г.
4. **Лычкина Н.Н.** Технологические возможности современных систем моделирования/Банковские технологии, Выпуск 9, М., 2000 г.
5. **Клейнен Дж.** Статистические методы в имитационном моделировании. Вып.1, 2.- М.: Статистика, 1978. -221 с, 335 с.
6. **Цвиркун А.Д., Акинфиев В.К., Филиппов В.А.** Имитационное моделирование в задачах синтеза структуры сложных систем (оптимизационно-имитационный подход), М.: Наука, 1985, 176 с.
7. **Саати Т.** Принятие решений. Метод анализа иерархий. Пер. с англ. -М.: Радио и связь, 1993 – 320 с.