Информационно-аналитические системы регионального уровня: функциональные возможности и особенности построения подсистем моделирования

За последние десятилетия активно проводились исследования по разработке экономико-математических моделей и инструментария управления региональным развитием, позволяющих тем или иным образом решать проблему управления развитием территории. Но перед специалистами стоит вопрос, какую именно из множества моделей выбрать и адаптировать к условиям конкретного региона [10].

Классы моделей определяются логикой построения модели и используемыми методами формализации и моделирования. Исходя из этого, были выделены 4 класса моделей, каждый из которых состоит из подклассов:

1. Модели равновесия экономики (модель межотраслевых балансов, CGE-модели, модели спроса-предложения);
2. Вероятностно-статистические (эконометрические, модели на основе производственных функций);
3. Имитационные модели (рекуррентные, модели системной динамики);
4. Модели на основе интеллектуальных технологий (нейросетевые модели, экспертные системы).

Модели равновесия экономики

В рамках предложенной классификации существующих подходов первую группу составляют балансовые модели. В основу данных моделей положен балансовый метод, который выражает требование баланса между имеющимися ресурсами и потребностями в них.

Первой моделью межотраслевого баланса принято считать модель «затраты – выпуск», разработанную американским экономистом В. Леонтьевым в 1930-х годах.

Среди отечественных моделей можно выделить модель СИРЕНА, RIM (Russian Interindustry Model), разработанную в Институте народнохозяйственного прогнозирования РАН [4].

Другим представителем группы моделей, построенных на основе балансового метода, являются вычислимые модели общего равновесия, известные в зарубежной литературе как CGE (Computable General Equilibrium models) модели и используемые для количественной оценки последствий от принятых мер. Экономика в моделях представляют собой систему уравнений, решением которой является общее экономическое равновесие, сводящееся к уравновешиванию спроса и предложения на рынках товаров и услуг.

В российской практике известна CGE модель – RUSEC (RUSsian EConomy) [8], разработанная в 1997 году академиком В. Л. Макаровым. Прототипом модели RUSEC послужила модель конкурентной рыночной экономики Эрроу-Дебре. К данному классу также относятся модели «Россия: Центр – Федеральные округа», «CGE модель социально-экономической системы России

со встроенными нейронными сетями». При построении данной модели также были использованы теоретико-игровой и эконометрический подход.

Вероятностно-статистические модели экономики

Вероятностно-статистическая модель – это вероятностная модель, значения отдельных параметров которой оцениваются по результатам наблюдений (исходным статистическим данным), характеризующим функционирование моделируемого конкретного явления (системы).

Данные модели довольно распространены в западной экономической науке (модель глобальной экономики проект LINK [2], Уортоновская годовая модель экономики США, Брукингская модель экономики США, квартальная модель экономики США Р. Фера). В российской практике наиболее известным представителем этого класса является «Эконометрическая модель экономики России», разработанная в ЦЭМИ РАН под руководством академика С.А. Айвазяна [9], модель RIM, модель современной российской экономики Вычислительного центра им. Дородницына РАН [12].

Вероятностно-статистические модели хорошо применимы для анализа и прогноза в условиях действия законов больших чисел, выявлении статистических закономерностей.

Имитационные модели

Этот класс моделей основан на построении разнообразных моделей рекуррентного типа и/или моделей системной экономической динамики, позволяющих с помощью последовательности вычислений воспроизводить траекторию «эволюции» социально-экономической системы с заданными параметрами в условиях воздействия различных факторов и изменения условий внутренней и внешней среды.

На макроуровне модельного комплекса используются модели и методы системной динамики. К классу имитационных моделей можно отнести наиболее известные в практическом плане комплексные информационно-аналитические и прогнозные системы, в том числе территориальная автоматизированная система «ТАИС» [5], разработанная учеными Самарской государственной экономической академии.

Классические методы прогнозирования, используемые в этой системе можно объединить в следующие группы:

- трендовые;
- адаптивные;
- основанные на многомерном статистическом анализе;
- экспертные;
- основанные на имитационных моделях.

При использовании **трендовых методов** обычно предполагается, что основные факторы и тенденции прошлого периода сохраняются на период прогноза или что можно обосновать и учесть направление их изменений в перспективе.

Адаптивные методы прогнозирования имеют целью построение самонастраивающихся моделей, которые способны учитывать информационную ценность различных членов временного ряда и давать достаточно точные оценки будущих членов данного ряда. Среди последних можно выделить такие, как методы авторегрессии и **экспоненциального сглаживания**.

Методы, основанные на **многомерном статистическом анализе** представлены методами **парной** и **множественной регрессии**.

Экспертные методы относятся к "качественным" методам прогнозирования, в которых исходной информацией являются некоторые качественные характеристики исследуемого фактора или процесса, являющиеся мнениями специалистов.

При многовариантном прогнозировании регионального развития возникает задача сравнения альтернативных вариантов с целью выбора наилучшего. Каждому варианту соответствуют вполне определенные сценарные условия, при реализации которых исследователь получает вполне определенное "прогнозное" состояние региона, которое характеризуется множеством социально-экономических показателей. Для сравнения вариантов необходимо найти некоторую обобщенную оценку прогнозного состояния. Методы ранговой оценки представляют собой весьма удобный и эффективный аппарат определения такой обобщённой оценки вариантов регионального развития для проведения сравнительного анализа.

Успешное использование **методов прогнозирования, основанных на имитационных моделях**, связано с появлением метода системной динамики Дж. Форрестера. Особое внимание в нем уделяется учету и моделированию многочисленных обратных связей. Дж. Форрестер применил его последовательно к таким системам, как предприятие, город, мировое хозяйство в целом. При моделировании социально-экономических систем предпочтение отдаётся имитационным моделям балансового типа.

Для поддержки этих методов прогнозирования специалистами ОАО "Волгоинформсеть" разработана серия прогнозно-аналитических систем:

-система "Метод экспоненциального сглаживания" (fitting.exe) предназначена для прогнозирования динамики показателей, заданных в виде динамических рядов, путем экстраполяции тенденций (трендов), выявленных по данным прошлых лет. Метод экспоненциального сглаживания является развитием трендовых методов и базируется на построении уравнений тренда с коэффициентами, меняющимися на горизонте прогнозирования;

-система "Многофакторный регрессионный анализ" предназначена для прогнозирования динамики показателей, заданных в виде динамических рядов по выбранному виду регрессии при наличии линейной, степенной или линейно-логарифмической корреляции;

-система "Однофакторный регрессионный анализ" предназначена для прогнозирования динамики показателей, заданных в виде динамических рядов по выбранному виду регрессии (основная и остаточная регрессия при наличии линейной, показательной, гиперболической, степенной, параболической или линейно-логарифмической корреляции);

-система "Трендовые методы прогнозирования" (trend.exe) предназначена для прогнозирования динамики показателей, заданных в виде динамических рядов, путем экстраполяции тенденций (трендов), выявленных по данным прошлых лет. Система поддерживает все наиболее используемые методы аппроксимации трендов;

-система "Экспертные оценки" (expert.exe) предназначена для анализа анкетных данных опроса. По результатам анкетирования определяется степень согласованности экспертных оценок, их взаимные корреляции, а также предпочтение тому или иному пункту анкеты (направлению развития, инвестиционному проекту и т.д.).

Другим известным аналогом реализации такого подхода является информационно-аналитический комплекс «Прогноз» [6], разработанный учеными Пермского госуниверситета под руководством академика РАЕН Андрианова Д.Л.

В комплексе «Прогноз» применяются следующие методы:

-анализ временных рядов при помощи методов разложения рядов на составляющие Census и Census II, спектральный и вейвлет-анализы, модели полиномиальных лагов, ARIMA, ARCH и GARCH модели и другие;

-многомерный статистический анализ: факторный, кластерный и дискриминантный методы, метод главных компонент, многомерное шкалирование и другие;

-возможность работы с системами нелинейных уравнений, одновременных регрессионных уравнений, векторными авторегрессиями VAR, моделью исправленных ошибок ECM;

-методы идентификации регрессионных зависимостей: обобщенный МНК, взвешенный МНК, нелинейный МНК, метод максимального правдоподобия, робастное оценивание, цензурированное оценивание, непараметрическое оценивание;

-решение задач прогнозирования на основе экстраполяционных моделей и методов сценарного прогнозирования

-решение целевых и многоцелевых оптимизационных задач, задач условной и безусловной оптимизации, а также динамического программирования.

Также стоит отметить Систему анализа и моделирования динамики бюджета региона «Губернатор», разработанную научным центром компании «Франклин&Грант. Риск Консалтинг» [7].

Многофакторная модель оценки доходности активов, которую использует компания "Франклин&Грант" позволяет произвести оценки рисков и доходности портфеля акций быстро и надежно, так как:

- в процессе оценки доходности активов учитывает большое количество факторов;
- для исследования того, как курс каждой акции реагировал на изменение каждого фактора, помимо общеприменимых методов **регрессионного анализа** используются **методы многомерного анализа данных**;
- в рамках модели определяется значимость каждого фактора;
- активы группируются по схожей рискованности к факторам **методами кластерного анализа**;
- модель учитывает эффект запаздывания: изменение макроэкономических показателей может оказывать влияние на стоимость актива с временной задержкой от дней до месяцев;
- для оценки будущей доходности портфеля или актива прогнозируются на требуемый горизонт факторы риска, такие как, например, рыночный индекс и макроэкономические показатели;
- модель динамически учитывает время влияния каждого фактора на основе его прогноза.

Моделирование на основе интеллектуальных технологий

Среди интеллектуальных методов анализа информации, используемых при построении сложных моделей, наиболее часто выделяют нейронные сети, которые представляют собой совокупность связанных между собой слоев нейронов, которые получают входные данные, осуществляют их обработку и генерируют на выходе результат. К таким моделям относится «CGE модель социально-экономической системы России со встроенными нейронными сетями» [1].

К моделям на основе интеллектуальных технологий относятся и экспертные системы, которые предназначены для решения неформализованных задач. Среди моделей данной группы можно отметить сценарную динамическую модель демографической ситуации в Мурманской области, созданную при Институте информатики и математического моделирования технологических процессов Кольского научного центра Российской академии наук (ИИММ КНЦ РАН) [3].

Кроме того, к инструментам интеллектуального анализа информации относят: деревья решений; системы размышлений на основе аналогичных случаев; генетические алгоритмы; алгоритмы определения ассоциаций и последовательностей; эволюционное программирование. Разработка подобных моделей является одним из направлений деятельности Российского НИИ

искусственного интеллекта. Проект «Экономика» [11] направлен на разработку на основе аппарата недоопределенных вычислений технологии создания компьютерной модели макроэкономики страны, региона, отрасли, корпорации.

Список литературы

1. CGE модель социально-экономической системы России со встроенными нейронными сетями [Электронный ресурс] // Центр ситуационного анализа и прогнозирования ЦЭМИ РАН: официальный сайт. – Режим доступа: http://lab207.b13.su/models/cge/cge7.htm
2. Акира Ониши. Имитационное моделирование с помощью глобальной модели. Перевод Г.В.Коротаевой. [Электронный ресурс] // Институт проблем освоения Севера: официальный сайт. – Режим доступа: http://www.ipdn.ru/rics/doc0/XI/2-1.htm
3. Институт информатики и математического моделирования технологических процессов: официальный сайт. режим доступа: http://www.iimm.ru/
4. Институт народнохозяйственного прогнозирования РАН: официальный сайт. – Режим доступа: http://www.macroforecast.ru/
5. Компания «Волгоинформсеть»: официальный сайт. – Режим доступа: http://www.ais.vis.ru/site/tais.nsf/wpages1/01
6. Компания «Прогноз»: официальный сайт. Режим доступа: http://www.prognoz.ru/ru/about_company.php
7. Консалтинговая компания «Франклин&Грант. Риск консалтинг»: официальынй сайт. – Режим доступа: http://www.franklin-grant.ru/ru/services/gov-gubernator.asp
8. Макаров В.Л. Вычислимая модель российской экономики (RUSEC) [Электронный ресурс] // Центр ситуационного анализа и прогнозирования ЦЭМИ РАН: официальный сайт. – Режим доступа: http://data.cemi.rssi.ru/GRAF/center/methodology/macroeconom/2.htm
9. Макаров В.Л., Айвазян С.А., Борисова С.В., Лакалин Э.А. Эконометрическая модель экономики России для целей краткосрочного прогноза и сценарного анализа [Текст] – М.: ЦЭМИ РАН, 2001.
10. Сравнительный анализ моделей регионального развития. Атаева А. Г., Исламова Д. В., Мустафин Э. Р., Орешников В. В. Журнал ВАК: Управление экономическими системами-(34) УЭкС, 10/2011.
11. Российский НИИ искусственного интеллекта: официальный сайт. – Режим доступа: http://www.artint.ru/projects/economic.asp.
12. Учреждение РАН Вычислительный центр им. А. А. Дородницына РАН: официальный сайт. – Режим доступа: http://www.ccas.ru/body.html