

УДК 330.101.52(07.14)

АНАЛИЗ ЭКОНОМИКО-МАТЕМАТИЧЕСКОГО АППАРАТА ДЛЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ И ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ВЗАИМОСВЯЗИ МАКРОЭКОНОМИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ РАЗВИТИЯ

ANALYSIS OF ECONOMIC AND MATHEMATICAL APPARATUS FOR MODELING AND FORECASTING THE INTERRELATION OF MACROECONOMIC PARAMETERS OF DEVELOPMENT

*Мамыралиева А.Т. – старший преподаватель
ЖАГУ, кафедра Финансы и кредит*

Аннотация: В этой статье рассматриваются теоретические основы моделей и экономико-математического моделирования. А также результаты анализа научной литературы по проблематике моделирование макроэкономических показателей и прогнозирование.

Annotation: This article discusses the theoretical foundations of models and economic and mathematical modeling. As well as the results of the analysis of scientific literature on issues modeling of macroeconomic indicators and forecasting.

Ключевые слова: модель, экономико-математическое моделирование, анализ, эконометрические модели, нейронные сети.

Key words: model, economic and mathematical modeling, analysis, econometric models, neural networks.

Разработка и использования моделей позволяет исследователю как способ познания, анализировать признаки, свойства объектов, процессов. На современном этапе для количественного анализа в экономических исследованиях разрабатываются используются модели объекта, процесса. Экономические модели — это упрощенный форма объекта или процесса, сохраняющий лишь важнейшие свойства настоящего существующего объекта или системы, и предназначенный для их изучения.

С развитием информационно-коммуникационных технологий для количественного исследования поведения экономических объектов и процессов разрабатываются экономико-математические модели. Математические модели применяются в естественных, общественных и технических науках, а также при решении различных задач как средство исследования реальных процессов и поведения экономических систем.

Экономико-математическое моделирование(разработка моделей) — это метод воспроизведения и исследования определённого фрагмента экономического процесса (поведения объекта, явления или ситуации) или управления им, основанный напредставлении объекта спомощью модели.

Экономико-математическое моделирование как способ научного познания позволяет исследовать признаки, свойства экономических объектов, процессов на их моделях. Одной из важнейших задач экономико-математических моделей является анализ и прогнозирование развития экономики. Полученные с помощью моделей результаты позволяют принимать правильное управленческое решение и прогнозировать состояние рассматриваемой социально-экономической системы на перспективу с учетом управленческих решений, принимаемых в текущем и будущих периодах.

Основным этапом в процессе разработки модели прогнозирования макроэкономических показателей национальной экономики является выбор экономико-математического инструментария, которое от этого зависят возможности и область применения

разработанной модели. Анализ научной литературы по проблематике моделирование макроэкономических показателей и прогнозирование показывает, что, можно выделить следующие основные классы методов моделирование используемых для анализа и прогнозирования экономических процессов:

1. Эконометрические методы, которые включают в себя корреляционно-регрессионный анализ, методы моделирования экстраполяции и анализ временных рядов.
2. Для анализа равновесных процессов нормативно-балансовые методы, включающие в себя разновидности модели «затраты-выпуск» В. Леонтьева.
3. С развитием информационных технологий часто используемые методы разработки экспертных систем, в том числе и системы на основе нечеткой логики и методы когнитивного моделирования.
4. Искусственные нейронные сети.
5. Имитационное моделирование, включающее в себя метод Монте-Карло, системно-динамический анализ, агентное моделирование.
6. Модели общего экономического равновесия[1].

Эконометрические инструментари широко используются для анализа взаимодействия макроэкономических параметров развития и для построения прогнозных макроэкономических моделей. Одним из первых макроэкономических моделей, построенной с использованием эконометрического аппарата, является *макроэкономическая* модель развития экономики США за 1921-41 гг., построенная под руководством Нобелевского лауреата Л. Клейна [13. *Fromm G. The Brookings-S.S.R.C. quarterly econometric model of the United States: model properties / Gary Fromm, Lawrence Robert Klein, Edwin Kuh, 1965 – p.22.*]. Все экономические связи в ней представлены с помощью линейных эконометрических уравнений, что облегчает решение. Модель состоит из трех структурных эконометрических уравнений и трех тождеств. Уравнения включают *функцию потребления, функцию инвестиций, функцию заработной платы* в частном секторе. Можно отметить модельного комплекса LINK который содержит прогноз по основным экономическим блокам проблем. Комплекс LINK состоит из систем эконометрических уравнений. Модели национальной экономики в модельном комплексе LINK может рассматриваться как аппроксимация реальной структуры экономики. Степень аппроксимации зависит от трех факторов: целей моделирования, наличия статистических данных и заложенных в модели экономических теорий. Большинство национальных моделей в системе LINK служат двум целям: давать кратко- и среднесрочные прогнозы экономики и использоваться в качестве инструмента для анализа экономической политики. Полученные с помощью системы LINK прогнозные данные, позволяют оценить международные товарные, финансовые потоки и оценить влияние одних стран на другие.

Эконометрических методов моделирования разделяют на две группы: экстраполяционные и факторные модели. К первой группе относятся трендовые модели, модель Бокса-Дженкинса, экспоненциальное сглаживание и др. Модели данного класса экстраполируют временные ряды, они применимы на краткосрочной перспективе в условиях относительно стабильно функционирующей социально-экономической системы. В среднесрочной и долгосрочной перспективе они неэффективны.

К факторным моделям относятся корреляционно-регрессионные модели. Эти модели являются более достоверными в долгосрочной перспективе, так как для прогнозирования используются не только исторические данные прогнозируемого показателя, но учитываются и внешние факторы, оказывающие влияние на моделируемый показатель. Однако и факторные модели в некотором смысле являются экстраполяционными – они экстраполируют связи между социально-экономическими показателями [2].

Эконометрические методы и вопросы их применения к социально-экономическим системам являются хорошо изученным, эконометрические методы реализованы в большом количестве программных продуктов, широкий спектр эконометрических методов позволяет построить качественные модели.

Главным недостатком эконометрического подхода является его экстраполяционная природа: данный подход перекладывает ретроспективные тенденции и (или) зависимости на будущие периоды, не учитывая, что в будущем могут произойти структурные изменения. Кроме того, эконометрические модели являются чувствительными к «глубине» ретроспективных данных, что в отдельных случаях может служить ограничением для использования эконометрического подхода.

Наиболее популярной моделью из группы нормативно-балансовых методов является модель межотраслевого баланса (далее МОБ) (в зарубежной литературе более известная как модель «затраты-выпуск»), разработанная американским ученым советского происхождения В. Леонтьевым в 1930-ых гг. Необходимым условием для нормативно-балансовых методов является наличие установленных нормативов. В модели межотраслевого баланса подобные нормативы содержатся в матрице коэффициентов производственных затрат. Нормативно-балансовые методы просты для численного разрешения, поскольку на математическом уровне они представляют собой систему линейных уравнений. С другой стороны, предпосылка о линейности описываемых моделью процессов выглядит нереалистичной, поэтому модели данного типа являются слишком упрощенным представлением действительности. Нормативно-балансовые методы слабо применимы к рыночной экономике, в которой нет нормативов, модели не позволяют учитывать и моделировать многие экономические процессы, протекающие в современной рыночной экономике [3].

В тех случаях, когда нужно качественное, а не количественное решение задачи, а также когда отсутствуют статистические данные, хорошо подходят экспертные системы. Отдельным направлением экспертных систем являются системы на базе нечеткой логики, в зарубежной литературе известные как FuzzyLogic, а также когнитивное моделирование. Аппарат нечеткой логики применяется в тех случаях, когда невозможно или очень сложно построить формализованную математическую модель, например, ввиду большого числа параметров моделируемого объекта, или недостатка статистических данных. Модели на базе нечеткой логики позволяют компактно, в терминах предметной области, описать моделируемый объект. Ключевым моментом создания модели нечеткой логики является разработка блоков фазификации и дефазификации (преобразование четкой величины в нечеткую и наоборот), а также создание так называемой таблицы правил. Процесс разработки этих блоков, в отличие от регламентированного процесса разработки эконометрических и нормативно-балансовых моделей, является нетривиальной задачей, которая во многих случаях служит преградой для использования моделей на базе нечеткой логики.

Аппарат когнитивного моделирования используется в тех случаях, когда отсутствует достаточная количественная статистическая информация. Например, для описания разовых, неповторяющихся событий или социальных явлений. Когнитивный подход позволяет качественно описывать взаимосвязи предметной области на основе привлекаемой экспертной информации.

В целом, экспертные системы позволяют объединить знания нескольких экспертов. Необходимость использования экспертных систем возникает в условиях недостатка статистических данных.

Искусственные нейронные сети очень популярное направление в области исследования искусственного интеллекта. Область применения нейронных сетей велика, они используются как инструмент моделирования на микроуровне, так и на макроуровне. Искусственные нейронные сети позволяют описывать сложные нелинейные процессы, когда неизвестны ни функции протекающих в системе процессов, ни их общий вид. В процессе обучения нейронная сеть сама подбирает функцию, аппроксимирующую моделируемые процессы. Однако процесс создания модели на базе нейронных сетей (выбор конфигурации сети, обучение и дальнейшая эксплуатация сети) – трудоемкая задача, требующая индивидуального подхода, что является основным недостатком нейронных сетей. С точки зрения пользователя, модели нейронных сетей являются «черным ящиком»: невозможно экономически интерпретировать и обосновать связи между нейронами, а также промежуточные расчеты внутри сети. Непрозрачность нейронных сетей является еще одним их недостатком.

Имитационное моделирование – эффективный аппарат исследования стохастических систем (в том числе и социально-экономических систем), когда исследуемая система может быть подвержена влиянию многочисленных случайных факторов сложной природы. Имитационные модели хорошо подходят для получения «усредненных» характеристик моделируемого процесса в условиях неопределенности, при неполных и неточных данных. К методам имитационного моделирования относится агентное моделирование, метод Монте-Карло, системно-динамическое моделирование.

Агентное моделирование в имитационном подходе используется для исследования децентрализованных систем, динамика функционирования которых, определяется не глобальными правилами и законами (как в других парадигмах моделирования), а наоборот, когда эти глобальные правила и законы являются результатом индивидуальной активности членов группы. Цель агентных моделей — получить представление об этих глобальных правилах, общем поведении системы, исходя из предположений об индивидуальном, частном поведении ее отдельных активных объектов и взаимодействии этих объектов в системе.

Системно-динамическое моделирование - относительно новая парадигма моделирования, предложенная Джеймсом Форрестером в 1950 годах. Для исследуемой системы строятся графические диаграммы причинных связей и глобальных влияний одних параметров на другие во времени, а затем созданная на основе этих диаграмм модель имитируется на компьютере. Такой вид моделирования помогает понять суть происходящего, выявить причинно-следственные связи между объектами и явлениями, изучить свойства системы в целом и оценить её чувствительность к внешним параметрам. С помощью системной динамики строят модели бизнес-процессов, развития отрасли, производства, динамики популяции и многое другое.

Метод Монте-Карло — общее название группы численных методов, основанных на получении большого числа реализаций случайного процесса, который формируется таким образом, чтобы его вероятностные характеристики совпадали с аналогичными величинами решаемой задачи. Метод основан на датчике случайных чисел, генерирующем значения, которые зависят от распределения каждой входной переменной модели. На выходе для каждого сгенерированного вектора входных параметров получается вектор значений выходной переменной. В результате находится вероятность попадания выходного показателя в определенную область, а также минимальные и максимальные значения.

В целом, имитационные модели позволяют получить полезную информацию об исследуемом объекте и исследуемых процессах в условиях информационной неопределенности. Они особенно полезны для первичного исследования свойств

моделируемого объекта, но при наличии знаний и полных статистических данных об исследуемых социально-эконометрических процессах они не столь эффективны.

Модели общего экономического равновесия (ОЭР) используются для комплексного описания социально-экономической системы. В результате численного разрешения модели, которая на математическом уровне сводится к системе нелинейных уравнений, определяются параметры моделируемой экономики, при которой все сектора находятся в равновесном состоянии. Теория общего экономического равновесия применима к рыночной экономике, которая стремится к равновесному состоянию. В то же время эти модели непригодны для описания нерыночных экономических систем, например, командной экономики. Ключевой особенностью моделей ОЭР является поиск одновременного равновесия на взаимосвязанных рынках при том, что каждый экономический агент ведет себя рационально, решая свою локальную целевую задачу (так, например, для агентов реального сектора решается целевая задача минимизации издержек или максимизации прибыли). В отличие от большинства других рассмотренных подходов, теория общего экономического равновесия не использует предпосылок о линейности протекающих процессов, а все используемые нелинейные зависимости экономически обоснованы. Другое отличительное преимущество моделей этого типа – возможность учета структурных изменений в исследуемой экономике. Модели ОЭР не лишены недостатков, основным из которых является сложность численного вычисления модели, связанная с нелинейностью модели.

Следует отметить, что при разработке комплексных социально-экономических макромоделей обычно используется не один, а несколько представленных подходов. Именно синтез разных подходов позволяет построить качественные и адекватные реальному объекту модели. Так, например, эконометрический инструментарий может быть использован для процедуры калибровки в моделях ОЭР. Метод Монте-Карло может быть применен как к эконометрическим моделям, так и к моделям общего экономического равновесия [4].

Проведенный анализ подходов к прогнозированию взаимодействий макроэкономических показателей национальной экономики показал, что для построения комплексных социально-экономических макромоделей, позволяющих, в том числе проводить прогнозные расчеты, наиболее подходящими являются эконометрические методы, нейронные сети и модели ОЭР. При этом модели ОЭР обладают рядом преимуществ, так, например, в отличие от искусственных нейронных сетей, все используемые в модели зависимости являются экономически обоснованными. С этой точки зрения модель общего экономического равновесия является абсолютно прозрачной, в отличие от нейронных сетей, которые являются «черным ящиком». В сравнении с эконометрическим аппаратом, модели ОЭР позволяют учитывать структурные изменения в экономике, кроме того, они не так чувствительны к глубине ретроспективных данных.

На основе выполненного анализа экономико-математического аппарата, используемого для прогнозирования макроэкономических показателей национальной экономики с учетом взаимодействий параметров, в качестве базового аппарата для решения поставленной в цели выбрана теория общего экономического равновесия. Однако, для решения отдельных локальных задач в диссертационном исследовании были использованы методы эконометрического моделирования.

Список использованной литературы:

1. Математические модели и инструментальные средства для прогнозирования макроэкономических показателей в условиях форсированного инновационного

- развития национальной экономики - Электронный ресурс режим доступа www.dslib.net/mat-metody/matematicheskie-modeli-i-...rognozirovanija.html
2. Электронный ресурс режим доступа doc.knigi-x.ru/22tehnicheskie/103591-1-matematiche...nomicheskij-poika.php
 3. Мамырралиева А.Т. Информационное обеспечение прогнозирования // THE INTERNATIONAL SCIENTIFIC AND PRACTICAL CONGRESS OF ECONOMISTS AND LAWYERS “THE GENESIS OF GENIUS”. Geneva-2014, С.101-103
 4. Мамырралиева А.Т. Экономико-математическое моделирование в макроэкономике // Экономика. – Бишкек, 2013. № 4 (18). С. 84-87.