

УДК 338.9
ББК 65.9(2Р)+60.55
А 437

А 437 **Актуальные вопросы экономики и социологии** / под
ред. О.В. Тарасовой – Новосибирск : ИЭОПП СО РАН,
2018. – 271 с.

ISBN 978-5-89665-330-1

Сборник статей сформирован по итогам XIV Осенней конференции в новосибирском Академгородке «Актуальные вопросы экономики и социологии». Материалы сборника содержат результаты исследований по таким направлениям экономических и социологических исследований, как региональная экономика и территориальное развитие, экономика и управление предприятиями, социально-экономические проблемы современного общества, математическое моделирование социально-экономических процессов. Публикуемые материалы могут содержать спорные авторские идеи и помещены в сборнике для дискуссии.

Сборник предназначен для научных работников, преподавателей, аспирантов и студентов экономических факультетов вузов.

УДК 338.9
ББК 65.9(2Р)+60.55

© ИЭОПП СО РАН, 2018
© Коллектив авторов, 2018

ЛЕБЕДЕВА М.Е.

Новосибирский государственный университет,
ИЭОПП СО РАН, Новосибирск

О ПРИМЕНЕНИИ ИНСТРУМЕНТАРИЯ НЕЧЕТКОЙ ЛОГИКИ В ЭКОНОМИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЯХ

С момента своего возникновения и до настоящего времени нечеткая логика прошла долгий путь, постепенно совершенствуясь и завоевывая доверие приверженцев детерминизма. В статье рассматривается краткая история этого пути, дается обзор экономических исследований, использующих преимущества нечеткой логики. Отдельно описываются возможности применения нечеткого когнитивного моделирования.

Ключевые слова: неопределенность, многозначная логика, нечеткая логика, нечеткие множества, когнитивное моделирование.

LEBEDEVA M.E.

Novosibirsk State University,
IEIE SB RAS, Novosibirsk

ON THE APPLICATION OF FUZZY LOGIC IN ECONOMIC RESEARCH

Since its inception to the present, fuzzy logic has come a long way, gradually improving and gaining the confidence of determinism adherents. The article considers the brief history of this way, gives an overview of economic research that use the advantages of fuzzy logic. The possibilities of application of fuzzy cognitive modeling are described separately.

Key words: uncertainty, multivalued logic, fuzzy logic, fuzzy sets, cognitive modeling.

До второй половины XX века в основе научных теорий лежала классическая (двузначная) логика, воспринимающая лишь истинные и ложные значения. В случае принадлежности некоторого объекта множеству его характеристическая функция равна 1, иначе — равна 0. С развитием науки и техники появилась потребность в более точном, лучшем способе описания, изучения окружающего мира.

В 1920 г. в работах польского математика Я. Лукашевича формируется первая система многозначной логики — трехзначная

логика высказываний. Лукашевич предлагает сделать каждое высказывание в системе либо истинным (1), либо ложным (0), либо нейтральным (1/2). В 1954 г. занимается изучением четырехзначной логики, а затем — бесконечнозначной (n-значной) логической системы, где значениями являются рациональные числа от нуля до единицы [9].

Профессор Лютфи Заде в 1965 г. публикует статью «Fuzzy Sets», в которой описывает нечеткие множества — классы с неточно определенными границами, описываемые функциями принадлежности. Таким образом, четкая логика имеет лишь два результата 0 или 1, а «fuzzy sets» имеет бесконечное число результатов, ограниченных диапазоном от 0 до 1. Эта статья имеет большое историческое значение, так как с нее начинается развитие нечеткой математики [6]. Благодаря нечетким множествам появилась возможность более гибкого подхода к моделированию сложных систем.

В конце 1980-х Бартоломей Коско доказал теорему о нечеткой аппроксимации, которая показывает, что можно любую математическую систему аппроксимировать системой, основанной на нечеткой логике [7].

Нечеткая логика внесла значительный вклад в развитие методов интеллектуального анализа данных (Data Mining). Появляются нечеткие нейронные сети, адаптивные нечеткие системы, нечеткие запросы к базам данных, нечеткие ассоциативные правила, нечеткая кластеризация. Нечеткая логика помогает описывать нетривиальные нечеткие системы, что особенно актуально в экономических исследованиях.

Еще одним направлением развития нечеткой логики являются нечеткие когнитивные карты, изобретенные профессором Б. Коско в 1980-х годах, как результат объединения нечеткой логики с системной динамикой [8].

Методы когнитивного моделирования используются исследователями Института экономики и организации промышленного производства СО РАН. А. Алексеев в докторской диссертации определяет приоритеты государственной политики повышения конкурентоспособности экономики России при помощи когнитивной модели. Ставится вопрос: «Какие проблемы нужно решать в первую очередь, чтобы повысить конкурентоспособность национальной экономики?». Для построения модели российской экономики были взяты основные факторы, максимально скоррелированные с ВВП: качество институтов, инфраструктура, конкурентоспособность компаний и т.д. Определены причинно-

следственные взаимосвязи между факторами, на основе чего автор приходит к выводу о приоритете повышения качества институтов, инфраструктуры, поддержки высшего образования и профессиональной подготовки для повышения конкурентоспособности национальной экономики, ее инновационного потенциала. Когнитивная модель данную ситуацию позволяет верифицировать численно: можно выявить силу и глубину воздействия факторов на экономическое развитие страны (динамику развития отраслей, вклад в ВВП) [1].

С участием автора настоящей статьи проводятся исследования проблем развития ресурсозависимой экономики с использованием когнитивного подхода. Применение метода когнитивного моделирования позволило рассмотреть закономерности и механизмы ресурсозависимости, был проведен анализ взаимодействий эндогенных факторов и экстерналий. Построены две версии теоретической когнитивной модели, соответствующих российскому типу (влияние ресурсного сектора на экономику через распределение рентного дохода) и норвежскому (сильный «ресурсный мультипликатор», непосредственно воздействующий на экономику). Когнитивное моделирование показало, как влияют факторы, отражающие ресурсозависимость, на экономический рост и состояние институтов. По результатам экспериментов с разными версиями когнитивной модели ресурсозависимой экономики была выявлена большая значимость экстерналий [3].

Следующим нашим шагом было изучение инновационной направленности в развитии минерально-сырьевого комплекса. Выявлены различия инновационного процесса в ресурсном и нересурсном секторах экономики, что проиллюстрировано когнитивным анализом. Результаты моделирования говорят о возможности усиления эффективности ресурсного мультипликатора при помощи целенаправленной промышленной и научно-технической политики. Моделируемые системы ресурсного и нересурсного секторов имеют различия в составе факторов и взаимосвязей на когнитивном графе: в ресурсной экономике преобладают отрицательные обратные связи, а в нересурсной — положительные. Поэтому систему ресурсной экономики нельзя вывести из стационарного состояния за счет единичных импульсов, моделируемые показатели возвращаются к своим начальным значениям. Отсюда следует вывод, что позитивная динамика развития ресурсного сектора требует непрекращающихся внешних импульсов (постоянного роста спроса на сырьевые товары, расширения ресурсной

базы). Именно этим определяется уязвимость российской экономики в современных условиях, что требует усиления секторов, не связанных с освоением ресурсов и не зависящих от действия «ресурсного мультипликатора» [4].

Когнитивный подход интересен для прогнозирования развития сложных экономических систем. При высокой степени неопределенности в экономике логико-качественное моделирование прогнозов имеет ряд преимуществ перед функционально-количественным. Мы построили прогнозную когнитивную модель развития российской экономики на период до 2020 г. с ее верификацией на ретроспективных данных 2000—2013 гг. Показатели, сгенерированные моделью, оказались близки к действительным, что подтвердило ее корректность. Моделирование среднесрочного прогноза до 2020 г. проводилось в три этапа: 1) имитация самоуправления ситуации за счет импульсных воздействий; 2) имитация управляемого развития ситуации; 3) решение обратной задачи с нахождением интенсивностей управляющих воздействий, обеспечивающих заданное приращение целевого фактора. Расчеты показали, что при саморегулировании (саморазвитии) ситуации прогнозируются кризисные тенденции в экономике России. Ввиду нежелательности данного исхода необходимы целенаправленные воздействия на экономическую систему для формирования более благоприятных результатов. В итоге было установлено, что для достижения темпа прироста ВВП на душу населения к 2020 г. относительно 2013 г. на 16% (согласно планам правительства) наибольшая интенсивность воздействия требуется для стимулирования инвестиций и развития инновационного сектора, что позволит преодолеть «узкие места» в экономике [5].

В. Крюков, А. Токарев, В. Шмат и др. при помощи когнитивного SWOT-анализа исследовали социально-экономические системы пространственных зон Республики Саха (Якутия). Данный подход представляет собой последовательность действий: изучение внешней и внутренней среды объекта исследования, построение SWOT-таблицы, оценка взаимосвязей между полученными факторами и, собственно, когнитивное моделирование. В результате проведенного исследования были получены оценки реализуемости зональных стратегий социально-экономического развития Якутии, выявлены «узкие места» и указаны наиболее предпочтительные направления управляющих воздействий для Центральной, Южной и Арктической экономических зон республики. Разработаны рекомендации по возможностям

улучшения социально-экономического положения экономических зон Республики Саха (Якутия) [2].

Слабо структурированные ситуации в экономике, в которых «участвует» множество разнородных взаимодействующих факторов, удобно изучать с помощью когнитивного моделирования. Большое число экономических исследований с применением нечеткой логики, говорит о том, что данный инструментарий подходит для исследования различных аспектов экономического развития.

Список использованной литературы

1. Алексеев А.В. Современные приоритеты государственной политики повышения эффективности российской экономики: инновационные аспекты. — Дис. ... д-ра экон. наук: 08.00.05 / ИЭОПП СО РАН. — Новосибирск, 2016. — 321 с.

2. Крюков В.А., Токарев А.Н, Шмат В.В., Севастьянова А.Е., Крюков Я.В., Морозова М.Е. Исследование социально-экономических систем с применением когнитивного SWOT-анализа (на примере экономических зон Якутии) // Вестник Северо-Восточного федерального университета имени М.К. Аммосова. Серия: Экономика. Социология. Культурология. — 2018. — № 1 (09). — С. 6—13.

3. Морозова М.Е., Шмат В.В. Как познать механизмы ресурсозависимости? Применение метода когнитивного моделирования при исследовании ресурсозависимой экономики // ЭКО. — 2015. — № 6. — С. 146—159.

4. Морозова М.Е., Шмат В.В. Ресурсы против инноваций. Об ограниченном действии «ресурсного мультипликатора» с точки зрения развития инноваций в экономике // ЭКО. — 2017. — № 7. — С. 124—145.

5. Морозова М.Е., Шмат В.В. Среднесрочное прогнозирование российской экономики с использованием когнитивной модели // Проблемы прогнозирования. — 2017. — № 3. — С. 19—25.

6. К юбилею Лотфи Заде (подборка статей) // Новости искусственного интеллекта. — 2001. — № 2-3. — С. 3—27.

7. Kosko B. Neural Networks and Fuzzy Systems / Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall, 1991. — 449 p.

8. Kosko B. Fuzzy cognitive maps // Int. J. Man-Machine Studies. — 1986. — N 24. — P. 65—75.

9. Lukasiewicz J. On determinism. — Selected Works. Edited by L. Borkowski, Warszawa, 1970. — P. 110—128

©Лебедева М.Е., 2018