3.7. ЭКОНОМИКО-МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ УПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЕМ СРЕДНИХ И МОНОГОРОДОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ КОГНИТИВНЫХ КАРТ[1]

Рогачев А.Ф., д.т.н., профессор, заведующий кафедрой, кафедра «Математическое моделирование и информатика», Волгоградский государственный аграрный университет, г. Волгоград;
Шохнех А.В., д.э.н., профессор, кафедра «Менеджмент и экономика образования», Волгоградский государственный социально-педагогический университет, г. Волгоград;
Медведева Л.Н., д.э.н., профессор, кафедра «Экономика и менеджмент», Волгоградский государственный технический университет (филиал) Волжский политехнический институт, г. Волгоград

В статье представлены формирование когнитивной карты для анализа промышленно-инвестиционного развития типичного среднего города и алгоритм импульсного моделирования, позволяющий исследовать динамические процессы экономического роста и саморазвития таких городов. Приведены результаты проведенного когнитивного моделирования и параметры сходимости исследуемых процессов моделирования.

Проблема оптимизации инвестиционных потоков средних и моногородов требует комплексного подхода с использованием методов экономико-математического моделирования (ЭММ). Стратегическое управление средними и моногородами в посткризисный период органам власти субъектов Российской Федерации необходимо иметь в своем распоряжении инструментарий, обеспечивающий реализацию основных принципов управления [11-20]:

- комплексности и целостности;
- внутрихозяйственной защищенности;
- инновационной направленности экономики;
- научной интеграции на основе технологических платформ.

Успешное решение перечисленных задач требует привлечения и оптимизации распределения инвестиционных потоков.

Наряду с классическими методами динамического моделирования, реализованными в моделях макроэкономики (модели экономики Форрестера, Солоу или развития города Робертса), требуется совершенствование и других подходов – например, когнитивного моделирования с целью предварительной укрупненной оценки влияния ключевых факторов и их взаимосвязей с учетом особенностей объекта моделирования.

[1] Статья подготовлена при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (РФФИ) и Администрации Волгоградской области по проекту «Формирование концепт-стратегии промышленно-инвестиционного развития средних и моногородов с использованием двухуровневого экономико-математического и когнитивного моделирования» №15-46-02543, р_поволжье_а.

В качестве типичного среднего города как объекта исследования выбран г. Волжский Волгоградской области, который относится к группе средних городов полифункционального типа. Промышленный комплекс города занимает 94% от общего объема продукции, выпускаемой крупными, средними и малыми предприятиями. В Едином государственном регистре предприятий и организаций состоит 678 предприятий промышленного производства, из них 59 крупных. В городе наиболее развиты отрасли: химическая, энергетическая, черная металлургия, машиностроение, пищевая и обрабатывающая. Лидерами по производству продукции являются: Закрытое акционерное общество (ЗАО) «Трубный завод «Профиль-Акрас» им. Макарова В.В.», Общество с ограниченной ответственностью (ООО) «Волжский механический завод», Открытое акционерное общество (ОАО) «Волжский оргсинтез», ОАО «Волжский трубный завод», Филиал ОАО «РусГидро» – «Волжская ГЭС», ОАО «Волжский абразивный завод» и др.

По состоянию на 1 января 2016 г. в Волжском состояло на учете в Статистическом регистре хозяйствующих субъектов 6 765 организаций, в том числе 735 предприятий промышленного производства (10,9% от общего количества зарегистрированных субъектов хозяйственной деятельности города). Промышленный комплекс города является ведущим сектором экономики и занимает более 91% в общем объеме продукции крупных и средних предприятий города. Индекс промышленного производства в 2015 г. составил 101,3%, в том числе в обрабатывающей промышленности – 102,6%. Объем отгруженной продукции в стоимостном выражении за 2015 г. в сравнении с аналогичным периодом прошлого года вырос на 7,1% и составил 128,6 млрд. руб. Продукция предприятий города экспортируется в 50 стран мира.

Инвестиции в основной капитал без учета бюджетных средств в расчете на одного жителя в 2015 г. увеличились на 26,0% и составили 46 315,5 руб. Основной объем инвестиций (72,7%) направлялся на приобретение машин, транспортных средств; 18,0% – на строительство зданий и сооружений.

При моделировании были выделены следующие группы предприятий: материальная, фондосоздающая и потребительская. В соответствии с группировкой основных предприятий г. Волжского как социально-экономической системы а также отобранными ключевыми факторами была разработана матрица их взаимосвязи, включающая 14 факторов, отобранных для построения ориентированного графа [1, 7, 8, 15-22].

При математическом моделировании производственные предприятия города разделялись на группы, выпуск продукции которыми обозначались соответственно: X_0 – материальная; X_1 – фондосоздающая; X_2 – потребительская.

Производственные возможности каждой группы предприятий задавались в форме линейно-однородных производственных функций:

$$Xi = Fi(Ki, Li), \quad (1)$$

где i – индекс группы предприятий, $i = 0, 1, 2$;
Xi – выпуск продукции i-й группой предприятий;
Ii – инвестиции в i-ю группу предприятий;

Li – число занятых в ***i***-й группе предприятий;

Ki – основные производственные фонды.

С учетом перечисленных предпосылок математического моделирования была составлена модель функционирования экономики города, структурная схема которой представлена на рис. 1.

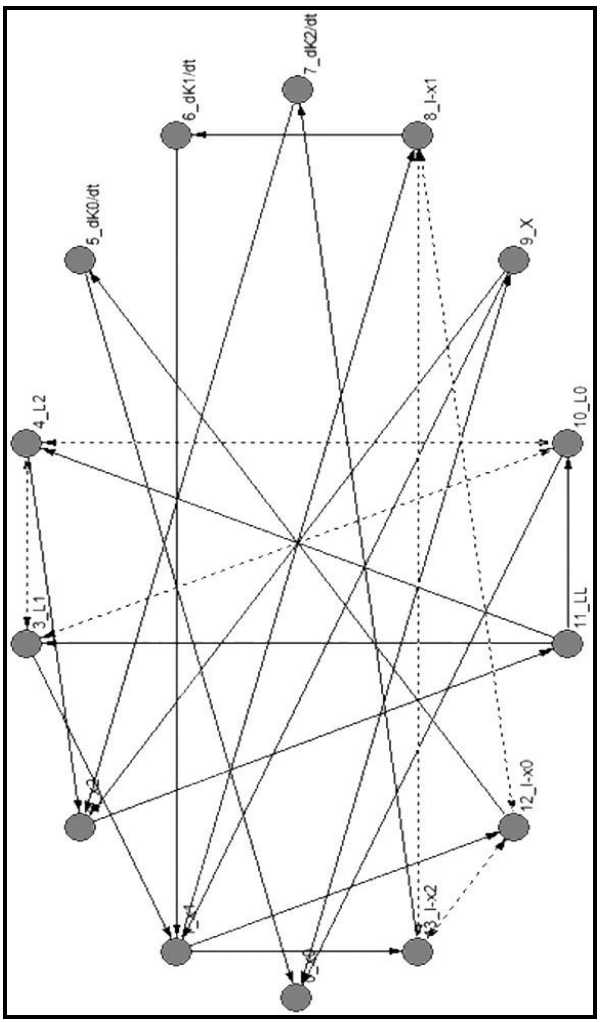

Рис 1. Исходный орграф, соответствующий разработанной когнитивной карте моделируемого среднего города

Построение и анализ нечеткой когнитивной карты были выполнены в системе FCMapper в частично автоматизированном режиме. Нечеткий когнитивный подход является перспективной основой при изучении поведения проблемно ориентированных систем.

Для последующего моделирования была проведена структурная оптимизация полученного орграфа.

В процессе структурирования были выделены сгруппированные вершины {1-4}, обеспечивающие баланс трудовых ресурсов, выпуск продукции предприятиями моделируемых групп {0-2}, а также балансы соответствующих материальных и инвестиционных потоков.

Полученный орграф позволяет проводить импульсное моделирование после уточнения весов (весовых коэффициентов) либо нормализации знакового орграфа в случае отсутствия достоверных экспертных оценок для обеспечения процесса сходимости при моделировании.

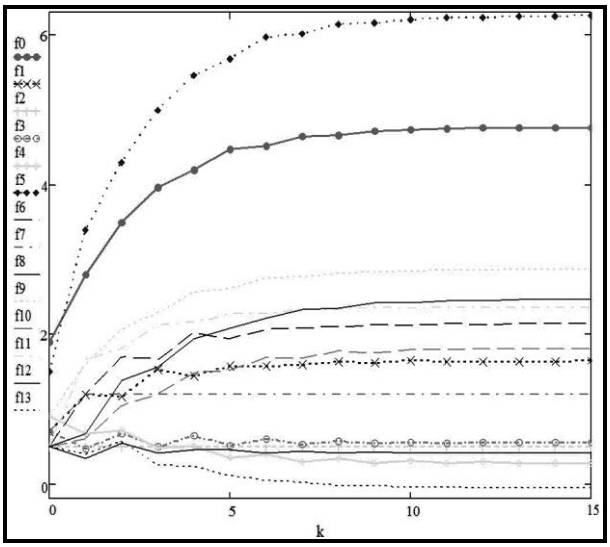

Рис. 2. Динамика изменения показателей социально-экономической системы города

Особенностью разработанной модели является реализация сбалансированности потоков с помощью отрицательных связей между моделирующими вершинами графа [2-10].

Пример компьютерной реализации разработанной знаковой графовой модели после нормализации коэффициентов влияния представлен на рис. 2. Индексация представленных на диаграмме графиков зависимостей f_i соответствует факторам когнитивной карты (см. рис.1).

Проведенные численные предварительные эксперименты с разработанной когнитивной моделью позволили сделать следующие выводы.

По характеру изменения наблюдаемых показателей в процессе импульсного моделирования, их можно разделить на две группы: возрастающие (***f0***, ***f5***) и убывающие (***f4, f13*** и др.). При этом часть из них меняется монотонно (***f0, f5***), а часть – колебательно, прежде всего (***f4, f6***). Выявленные закономерности динамики и характера их изменения отображают сложную внутреннюю структуру модели, присущие и самой социально-экономической системе.

Другим важным выводом, полученным в процессе моделирования, является то, что динамический процесс в основном (погрешность менее 10%) стабилизируется после 5-7 итераций. Заданная точность (ε = 0,001) достигается после 12-15 итераций, что делает возможным сразу определять размерность матрицы импульсного моделирования.

Литература

1. Когнитивное моделирование динамики систем с применением нечетких множеств [Электронный ресурс] / Т.В. Плещенко, А.Ф. Рогачев, А.Г. Гагарин. Свидетельство об официальной регистрации программы для ЭВМ № 2016619994.
2. Рогачев А.Ф. и др. Алгоритм формирования информационного ресурса для когнитивного моделирования промышленно-инвестиционного саморазвития системы сред-

них и моногородов [Текст] / А.Ф. Рогачев, Е.В. Мелихова, А.В. Шохнех // Аудит и финансовый анализ. – 2016. – №6. – С. 105-107.
3. Рогачев А.Ф. Разработка когнитивной математической модели развития средних городов и сельских поселений [Текст] / А.Ф. Рогачев // Изв. Нижневолжского агроуниверситетского комплекса; Сер. : Наука и профессиональное образование. – 2016. – № 4. – С. 299-305.
4. Рогачев А.Ф. Ключевые показатели эффективности инвестиционных проектов в среднем и моногороде на региональном уровне [Текст] / А.Ф. Рогачев, Л.Н. Медведева // Бизнес. Образование. Право : вестн. Волгоградского ин-та бизнеса. – 2016. – №1. – С. 72-77.
5. Рогачев А.Ф. Математическое моделирование экономической динамики в аграрном производстве [Текст] : монография / А.Ф. Рогачев. – Волгоград : Изд-во Волгоградского ГАУ, 2013. – 172 с.
6. Рогачев А.Ф. Проблемы статистического оценивания параметров когнитивной карты на основе корреляционного анализа [Текст] / А.Ф. Рогачев, Е.В. Мелихова // Физико-математические науки: теория и практика : сб. матлов междунар. науч. конф. – М., 2014. – С. 55-62.
7. Рогачев А.Ф. Генезис математических моделей как путь к продовольственной безопасности [Текст] / А.Ф. Рогачев, А.В. Шохнех // Аудит и финансовый анализ. – 2015. – №1. – С. 410-413.
8. Рогачев А.Ф. Направления когнитивного моделирования промышленно-инвестиционного развития средних и моногородов [Текст] / А.Ф. Рогачев // Аудит и финансовый анализю – 2016. – №6. – С. 250-251.
9. Рогачев А.Ф. и др. Экономико-математическое моделирование налоговых механизмов региональной экологической безопасности [Текст] / А.Ф. Рогачев, Н.Н. Скитер, А.В. Шохнех, О.С. Глинская // Аудит и финансовый анализ. – 2014. – №6. – С. 140-147.
10. Рогачев А.Ф. Построение когнитивной модели влияния инвестиционных потоков на развитие сельских поселений и средних городов [Текст] / А.Ф. Рогачев, Д.В. Шатырко // Успехи современной науки и образования. – 2015. – №5. – С. 93-95.
11. Скитер Н.Н. и др. Статистический анализ показателей эколого-экономической безопасности Волгоградского региона для функций управления [Текст] / Н.Н. Скитер, А.Ф. Рогачев, А.В. Шохнех, Т.В. Плещенко // Экономика и предпринимательство. – 2014. – №12. – С. 204-209.
12. Скитер Н.Н. и др. Совершенствование института налоговых льгот в системе обеспечения экологической безопасности [Текст] / Н.Н. Скитер, А.Ф. Рогачев, А.В. Шохнех // Аудит и финансовый анализ. – 2014. – №6. – С. 12-14.
13. Скитер Н.Н. и др. Теория допустимости управления экосистемой посредством налоговых механизмов [Текст] / Н.Н. Скитер, А.В. Шохнех, Е.В. Мелихова // Аудит и финансовый анализ. – 2015. – №6. -С. 428-431.
14. Шохнех А.В. Моделирование налоговых рычагов управления уровнем экологической и продовольственной безопасности в регионах [Текст] / А.В. Шохнех // Аудит и финансовый анализ. – 2016. – №1. – С. 33-37.
15. Шохнех А.В. Роль нечисловой математики в исследовании финансово-хозяйственной деятельности организации [Электронный ресурс] / А.В. Шохнех // Управление экономическими системами: электронный науч. ж-л. – 2012. – №42. – С. 50.
16. Шохнех А.В. Математические методы оценки экономической безопасности хозяйствующих субъектов [Электронный ресурс] / А.В. Шохнех // Управление экономическими системами: электронный науч. ж-л. – 2012. – №6. – С. 2.
17. Шохнех А.В. и др. Роль стратегического контроллинга гармонизации промышленной и торговой политики в развитии и эффективности деятельности малого бизнеса [Текст] / А.В. Шохнех, Р.В. Калиничева, А.Н. Ахрамеев // Аудит и финансовый анализ. – 2014. – №5. – С. 264-268.
18. FCMapper – our fuzzy cognitive mapping software solution [Electronic resource]. URL: http://www.fcmappers.net/joomla/.
19. Modelling of monotowns development by means of cognitive maps [Text] / A.F. Rogachev, O.B. Mizyakina, Y.V. Fedorova // Actual зroblems of yconomics. – 2016. – No. 9. – Pp. 409-416.
20. Rogachev A.F. Two-level economic and mathematical model of monotown development on the basis of cognitive maps [Electronic resource] / A.F. Rogachev // Role of Integration and clustering in provision of sustainable economic growth; Ser. : Contributions to Economics. – 2016. – Springer. – PP. 339-346. URL: http://www.springer.com/series/1262.
21. Rogachev A. Economic and mathematical modeling of food security level in view of import substitution [Text] / A. Rogachev // Asian social science. – 2015. – No. 11. – Pp. 178-185.
22. Rogachev A.F. et al. Manufacturing and consumption of agricultural products as a tool of food security management in Russia [Text] / A.F. Rogachev, A.V. Shokhnekh, T.I. Mazaeva // Revista Galega de economia. – 2016. – Vol. 25-2.

Ключевые слова

Экономико-математическое моделирование; управление; развитие городов;средний город; когнитивные карты; импульсное моделирование.

Рогачев Алексей Фруминович
E-mail: rafr@mail.ru

Шохнех Анна Владимировна
E-mail: shokhnekh@rambler.ru

Медведева Людмила Николаевна
E-mail: milena-med@yandex.ru

РЕЦЕНЗИЯ

В статье представлен процесс формирования когнитивной карты для анализа промышленно-инвестиционного развития типичного среднего города; дан алгоритм импульсного моделирования, который позволяет исследовать динамические процессы экономического роста и саморазвития таких городов.

Акцентируя актуальность темы исследования, авторы совершенно справедливо утверждают, что наряду с классическими методами динамического моделирования, реализованными в моделях макроэкономики (модели экономики Форрестера, Солоу или развития города Робертса), требуется совершенствование и других подходов – например, когнитивного моделирования с целью предварительной укрупненной оценки влияния ключевых факторов и их взаимосвязей с учетом особенностей объекта моделирования.

На основе экономико-математического исследования даны результаты проведенного когнитивного моделирования и параметры сходимости исследуемых процессов.

Вышеизложенное дает основание считать, что актуальность рассматриваемой темы, ее практическая необходимость, а также новизна материала определяют научную и практическую ценность статьи.

Глинская О.С., д.э.н., профессор, кафедра экономики, бухгалтерского учета и аудита Волгоградского кооперативного института (филиал) Российского университета кооперации, г. Волгоград.