

### 3. ЭКОНОМИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ

#### 3.1. МОДЕЛИРОВАНИЕ РАВНОВЕСНОЙ ДИНАМИКИ ЭКОЛОГО-ЭКОНОМИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ НА ПРИМЕРЕ РЕСПУБЛИКИ АРМЕНИЯ<sup>1</sup>

Акопов А.С., д.т.н., профессор,  
кафедра Бизнес-аналитики;  
Хачатрян Н.К., к.ф.-м.н., доцент,  
кафедра Бизнес-аналитики;  
Фомин А.В., к.э.н., доцент,  
кафедра Бизнес-аналитики

*Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики», г. Москва*

В статье представлен подход к моделированию равновесной динамики эколого-экономической системы на примере Республики Армения (РА). Изучены такие важные характеристики как динамика общих выбросов, доля улавливаемых вредных веществ, численность диагностированных заболеваний и др. Представлена разработанная имитационная модель эколого-экономической системы РА, разработанная с использованием методов системной динамики и агентного моделирования. Исследованы сценарии, при которых обеспечивается сокращение выбросов за счет перехода системы к состоянию равновесия на внутреннем рынке за счет выбора эффективных ставок платы за выбросы со стороны государства.

#### Литература

1. Акопов А.С. Имитационное моделирование [Текст] : учеб. и практикум для академического бакалавриата. – М. : Юрайт, 2014.
2. Акопов А.С. Системная динамика [Текст] : учеб.-метод. пособие / А.С. Акопов, Н.К. Хачатрян. – М. : ЦЭМИ РАН, 2014.
3. Акопов А.С. и др. Укрупненная модель эколого-экономической системы на примере Республики Армения [Текст] / А.С. Акопов, Л.А. Бекларян, А.Л. Бекларян, А.К. Сагателян // Компьютерные исследования и моделирование. – 2014. – Т. 6 ; №4. – С. 621-631.
4. Акопов А.С. и др. Многокритериальная оптимизация эколого-экономической системы: на примере Республики Армения [Текст] / А.С. Акопов, А.Л. Бекларян // Устойчивость и процессы управления : мат-лы III междунар. конф. (СПб., 5-9 окт. 2015 г.) / под общ. ред. А.П. Жабко, Л.А. Петросян. – СПб. : Изд. дом Федоровой Г.В., 2015. – С. 401-403.
5. Фомин А.В. Динамическая модель равновесия фармацевтического рынка [Текст] / А.В. Фомин, А.С. Акопов // Аудит и финансовый анализ. – 2013. – №5. – С. 151-157.
6. Фомин А.В. Моделирование динамики фармацевтического рынка с учетом государственного регулирования [Текст] / А.В. Фомин, А.С. Акопов // Аудит и финансовый анализ. – 2012. – №6. – С. 155-161.
7. Форрестер Дж. Основы кибернетики предприятия (индустриальная динамика) [Текст] / Дж. Форрестер ; пер. с англ. ; под общ. ред. Д.М. Гвишиани. – М. : Прогресс, 1971.
8. Akopov A.S. Modelling the dynamics of the Smarter Region [Text] / A.S. Akopov, G. Beklaryan // Proceedings of 2014 IEEE Conference on computational intelligence for financial engineering & economics. – 2014. – Pp. 203-209.
9. Axelrod R. The complexity of cooperation: agent-based models of competition and collaboration [Text] / R. Axelrod. – Princeton: Princeton university press, 1997.
10. Coase R.H. The problem of social cost [Text] / R.H. Coase // Journal of law and economics. – 1960. – No. 3. – Pp. 1-44.
11. Ezekiel M. The cobweb theorem [Text] / M. Ezekiel // The quarterly journal of economics. – 1938. – Vol. 52 ; no. 2. – Pp. 255-280.
12. Johansen L. A multisectoral study of economic growth [Text] / L. Johansen. – Amsterdam : North Holland, 1960.
13. Meadows D.H. et al. The limits to growth: the 30-year update [Text] / D.H. Meadows, D.L. Meadows, J. Randers. – Chelsea green publishing, 2004. – 342 p.
14. Meadows D.H. et al. The limits to growth [Text] / D.H. Meadows, D.L. Meadows, J. Randers, W.W. Behrens. – N.-Y. : Universe books, 1972. – 205 p.
15. Scarf H. The computation of economic equilibria [Text] / H. Scarf. – Yale university press, New Haven and London, 1984.
16. Taylor L. Structuralist CGE models [Text] / L. Taylor // Taylor L. Socially relevant policy analysis: structuralist computable general equilibrium models for the developing world. – Cambridge: MIT press, 1990. – Pp. 1-70.

#### Ключевые слова

Эколого-экономическая система; имитационное моделирование; равновесные модели; экологические платежи.

*Акопов Андраник Сумбатович*

*Хачатрян Нерсес Карленович*

*Фомин Алексей Владимирович*

<sup>1</sup> Работа выполнена при поддержке гранта Российского фонда фундаментальных исследований (РФФИ) №15-51-05011 «Разработка методов, моделей и комплекса программ для оптимального управления динамикой агентов эколого-экономической системы Республики Армения».

## РЕЦЕНЗИЯ

Статья д.т.н. Акопова А.С., к.ф.-м.н., Хачатряна Н.К. и к.э.н. Фомина А.В. «Моделирование равновесной динамики эколого-экономической системы на примере Республики Армения» посвящена весьма актуальной теме – разработке новой равновесной модели эколого-экономической системы на примере Республики Армения (РА) с реализацией в виде программного комплекса на платформе имитационного моделирования **AnyLogic**.

Актуальность работы обусловлена высокой значимостью проблемы определения наилучшей стратегии развития эколого-экономических систем с учетом системы государственного экологического регулирования. Подобные системы характеризуются

наличием нелинейных обратных связей и сложных взаимозависимостей между экономическими агентами (государством, производителями, населением и др.). К сожалению, в большинстве существующих равновесных моделей подобных систем такие зависимости учитываются весьма ограниченно (например, только для рынков товаров и услуг, труда и капитала и т.п.). Однако при этом не принимается во внимание индивидуальная реакция агентов-предприятий на рост экологических платежей, и порожаемый ими переход к новому квази-равновесному состоянию на внутреннем рынке выбросов вредных веществ. Поэтому разработка нового экономико-математического и компьютерного инструментария, предназначенного для поддержки принятия решений в подобных системах, весьма актуальна.

Научная и значимость работы заключается в следующем.

1. Разработана новая имитационная модель региональной эколого-экономической системы, учитывающей механизм ее перехода к состоянию частичного равновесия, и позволяющая оценивать влияние различных управляющих параметров (например, ставок платежей на выбросы) на динамику важнейших показателей такой системы.
2. Создан оригинальный программный комплекс, обеспечивающий реализацию имитационной модели эколого-экономической системы на платформе имитационного моделирования **AnyLogic**, интегрированной с базой данных и геоинформационной системой для поддержки визуализации состояния агентов-предприятий на карте РА.

Отметим, что для проведения исследований авторы используют реальные статистические данные OECD Library, Национальной статистической службы РА и др. Проведен системный анализ существующего состояния эколого-экономической системы (на примере РА) и дан прогноз ее динамики до 2025 г. при условии реализации перехода системы к равновесному состоянию с одновременным двукратным снижением уровня выбросов вредных веществ в атмосферу.

Разработанный авторами экономико-математический инструментарий и программный комплекс могут быть рекомендованы для использования в органах государственного экологического регулирования при подготовке принятия стратегических решений, в частности, определения оптимальных значений ставок платежей за выбросы вредных веществ.

Считаю, что данная работа носит важный научный и практический характер и может быть опубликована в данном научном издании.

*Бекларян Л.А., д.ф.-м.н., профессор, г.н.с. Центрального экономико-математического института Российской Академии наук, г. Москва.*