

J. Wu, V.L. Makarov, A.R. Bakhtizin, Z. Wu **Analysis of marginalism. Part 1** *Economics and Mathematical Methods*, 2023 59 (2) 5-18

J. Wu,

Guangzhou Milestone Software Co., Ltd.; Researcher at the Center for Economic and Social Integration and Prediction, the Chinese Academy of Social Sciences; Visiting Professor at the Guangdong Academy of Social Sciences; Consultant at the National Supercomputer Center of China, China; e-mail: jw@gzmss.com

V.L. Makarov,

Scientific director at the Central Institute of Economics and Mathematics, the Russian Academy of Sciences (CEMI RAS), president of the Russian Academy of Economics, president of the National School of Administration of the Moscow State University, named after M.V. Lomonosov, Academician of the Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia; e-mail: makarov@cemi.rssi.ru

A.R. Bakhtizin,

Director at the Central Institute of Economics and Mathematics, the Russian Academy of Sciences (CEMI RAS), Correspondent Member of the Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia; e-mail: albert.bakhtizin@mail.ru

Z. Wu,

Vice-Chairman at Guangzhou Milestone Software Co., Ltd., China; e-mail: wzl@gzmss.com

Abstract. In recent years, based on the traditional theory of value — the labor theory of value and the theory of surplus value, as well as the hypothesis of Jevons, Tesla and Foley, — Chinese and Russian scholars have further adopted the mathematical paradigm of theoretical mechanics for reference to establish a mathematical model system for economics, which is called the new theory of value. Compatible with the traditional theory of value, the new theory of value puts forward that the value depends on the force of labor expended in the process of commodity production. While the value appreciation depends on the labor gravitational force generated by the improving dexterity of workmen. That is to say, during the process of production, constant capital and variable capital as kinetic energy and potential energy of value, convert into each other under the value conservation theorem, playing a dominate role in generating value and surplus value of products. In addition, the law of diminishing marginal utility is not an axiom, but a special economic law under unbalanced supply and demand. Obviously, these theoretical conclusions are of great significance, which not only make the traditional theory of value a self-consistent logical system, but also complete the new theory of value by absorbing the rational components from both the classical economics based on the labor theory of value and the theory of surplus value, and neoclassical economics based on the law of diminishing marginal utility. In this paper, we will analyze this problem by investigating the origin of the law of diminishing marginal utility.

Keywords: new theory of value; force of labor; labor gravitational force; law of value equilibrium; law of diminishing marginal utility; self-consistency.

JEL Classification: C62, D46, D58.

For reference: **Wu J., Makarov V.L., Bakhtizin A.R., Wu Z.** (2023). Analysis of marginalism. Part 1. *Economics and Mathematical Methods*, 59, 2, 5-18. DOI: 10.31857/S042473880025858-2

REFERENCES

Arrow K.J. (1951). *Social choice and individual values*. 2nd ed. N.Y.: John Wiley & Sons.

Arrow K.J., Debreu G. (1954). Existence of an equilibrium for a competitive economy. *Econometrica*, 22, 3, 265–290.

- Arrow K.J., Intriligator M.D.** (eds.) (1981). *Handbook of mathematical economics*. Vol. 1. Amsterdam, N.Y.: North Holland.
- Cournot A.** (1838). *Recherches sur les principes mathématiques de la théorie des richesses*. Paris: L. Hachette. (English edition in 1897: *Researches into the mathematical principles of the theory of wealth*. Ed. by N. Bacon. N.Y.: Macmillan.)
- Debreu G.** (1959). *Theory of value: An axiomatic study of economic equilibrium*. N.Y.: John Wiley & Sons.
- Engels F.** (1878). *Anti-Duhring: Herr Eugen Duhring's revolution in science*. Published in German in Vorwärts.
- Foley D.K.** (2000). Recent developments in the labor theory of value. *Review of Radical Political Economics*, 32, 1, 1–39.
- Gossen H.H.** (1854). *Entwicklung der Gesetze des menschlichen Verkehrs, und der daraus fließenden Regeln für menschliches Handeln*. Braunschweig: Friedrich Vieweg und Sohn. (Translated from the German by Rudolph C. Blitz with an introductory essay by Nicholas Georgescu-Roegen. The laws of human relations and the rules of human action derived therefrom. Cambridge: M.I.T. Press in 1983.)
- Hicks J.R.** (1939). *Value and capital*. New York: Oxford University Press.
- Jevons W.S.** (1871). *The theory of political economy*. London: MacMillan and Co. (Reprinted by New York: Augustus M. Kelley Pubs in 1965, 5th ed.)
- Jevons W.S.** (1879). *The theory of political economy*. 2nd ed. London: Macmillan.
- Marshall A.F.** (1890). *Principles of economics*. London: Macmillan. (Reprinted by N.Y.: Prometheus Books in 1997).
- Marx K.** (1867). *Das Kapital*. Vol. I. Hamburg: Verlag von Otto Meissner. (Translated from the German. In: “*Marx and Engels. Collected works (Vol. I)*”. Vol. 35. London: Lawrence & Wishart in 1996.)
- Marx K.** (1894). *Das Kapital. Kritik der politischen Ökonomie*. Vol. III. (Translated from the German, in: “*Marx and Engels. Collected works (Vol. III)*”. Vol. 37. London: Lawrence & Wishart in 1996.)
- Menger C.** (1871). *Grundsätze der Volkswirtschaftslehre*. Braumüller (Translated and reprinted from the German by J. Dingwall, B.F. Hoselitz. “*Principles of economics*”. Auburn: Ludwig von Mises Institute in 2007).
- Ricardo D.** (1817). *On the principles of political economy and taxation*. London: John Murray. (Reprinted by Kitchener: Batoche Books in 2001).
- Samuelson P.** (1941). The stability of equilibrium: Comparative statics and dynamics. *Econometrica*, 9, 97–120.
- Say J.-B.** (1803). *Traité D'économie Politique*. (Translated and reprinted from the French by C.R. Prinsep. “*A treatise on political economy; or, The production, distribution and consumption of wealth*”. N.Y.: Augustus M. Kelley Publishers in 1971).
- Sismondi L.J.C.** (1819). *Nouveaux principes d'économie politique, ou de la richesse dans ses rapports avec la population*. Paris: Delaunay. (Translated and reprinted from the French “*The new principles of political economy*”. London: Transaction Publishers in 1991.)
- Smith A.** (1776). *An inquiry into the nature and causes of the wealth of nations*. London: W. Strahan and T. Cadell. (Reprinted by New York: Random House in 1994.)
- Tesla N.** (1935). A machine to end war, as told to George Sylvester Viereck. *Liberty*, February.
- Walras L.** (1874). *Éléments d'Économie Politique Pure, ou Théorie de la richesse sociale*. Lausanne: L. Corbaz. (Translated and reprinted from the French by W. Jaffe. “*Elements of pure economics: Or, The theory of social wealth*”. London: Allen and Unwin in 1954.)
- Walras L.** (1885). Un économiste inconnu: Hermann-Henri Gossen. *The Journal des Economistes*, April–May.
- Wang T., Wu J.** (2014). An economic model based on classical economics: Its establishment and applications. In: *78th International Atlantic economic conference, Savannah*.

International advances in economic research processing. October 12–15, 2014, Savannah, USA.

- Wang G., Wu J., Shi Y., Wu Z.** (2015). *Application effects analysis on large-scale computation for social and economic systems: Application case from China*. Reported in Special session A09: Meta-synthesis and complex systems, systems science & engineering, IEEE International conference on systems, man, and cybernetics 2015. Hong Kong, China. ISBN: 978-1-4799-8697-2
- Wang J., Wang T., Shi Y., Xu D., Chen Y., Wu J.** (2022). *Metaverse, SED model and new theory of value*. Complexity, vol. 2022. Article ID 4771516, 26 pages.
- Wieser F.** (1889). *Der Natürliche Wert*. Vienna. (Translated from the German by C.A. Malloch. "Natural value". N.Y.: Augustus M. Kelley Publishers in 1971.)
- Wu J.** (1999a). On the causes of commodity price and market equilibrium at the critical point of price (I). *The Journal of Quantitative & Technical Economics*, 7, 21–28.
- Wu J.** (1999b). On the causes of commodity price and market equilibrium at the critical point of price (II). *The Journal of Quantitative & Technical Economics*, 8, 40–47.
- Wu J., Makarov V.L., Bakhtizin A.R., Wu Z.** et al. (2020). The new theory of Value. *Economics and Mathematical Methods*, 56 (4), 5–19. [**Wu J., Makarov V.L., Bakhtizin A.R., Wu Z.** et al. (2020). The new theory of Value // *Экономика и математические методы*. Т. 56. № 4. С. 5–19.]
- Wu J., Qin Y.** (2008). Commodity exchange model based on Marxist economics. *The Journal of Quantitative & Technical Economics*, 2, 149–160.
- Wu J., Wu Z.** (2021). Analysis of market equilibrium based on the new theory of value. *SCIREA Journal of Economics*, 6 (4), 71–113

* * *

V.A. Karmalita **Recovering the actual trajectory of economic cycles** *Economics and Mathematical Methods*, 2023 59 (2) 19-25

V.A. Karmalita,

Private consultant; Canada; e-mail: karmalita@videotron.ca

Abstract. The paper deals with the development of a method for restoring the trajectory of economic cycles from estimates of the gross domestic product (GDP). The proposed approach to solve this problem is based on the interpretation of cycles in the form of random oscillations of the income with a certain natural frequency, also called a narrowband random process. The operators (Fourier transforms, filtering, etc.) used to recover the cycle trajectory are linear. Their inherent associativity property allows changing the sequence of implementation of the linear operators above. As a result, it is proposed to start the recovery with bandpass filtering of the GDP function, and after that to parry the influence of the inertia property of the GDP estimator. Taking the qualities of a narrowband random process into consideration made it possible to create a simplified procedure to recover the cycle trajectory. In the example of the Kuznets swing, the acceptability of this procedure is demonstrated for the practical econometrics. The developed method is applicable in problems that require knowledge of the trajectory of the considered cycle.

Keywords: economic cycle, random oscillations, cycle trajectory, Fourier transforms, frequency response characteristics.

JEL Classification: C02, C15, C22.

For reference: **Karmalita V.A.** (2023). Recovering the actual trajectory of economic cycles. *Economics and Mathematical Methods*, 59, 1, 19-25 DOI 10.31857/S042473880024867-2

REFERENCES

Bolotin V.V. (1984). *Random vibrations of elastic systems*. Heidelberg: Springer. 468 p.

- Brandt S.** (2014). *Data analysis: Statistical and computational methods for scientists and engineers*. 4th ed. Cham, Switzerland: Springer. 523 p.
- Karmalita V.** (2020). *Stochastic Dynamics of Economic Cycles*. Berlin: De Gruyter. 106 p.
- Karmalita V.A.** (2022). Predicting the trajectory of economic cycles. *Economics and Mathematical Methods*, 58(2), 140–144.
- Korotaev A.V., Tsirel S.V.** (2010). Spectral analysis of world GDP dynamics: Kondratieff waves, Kuznets swings, juglar and kitchin cycles. In: Global economic development, and the 2008–2009 economic crisis. *Structure and Dynamics*, 4 (1), 3–57.
- Pavleino M.A., Romadanov V.M.** (2007). *Spectral transforms in MATLAB®*. St.-Petersburg: SPbSU. 160 p. (in Russian).
- Schlichtharle D.** (2011). *Digital filters: Basics and design*. 2nd ed. Berlin: Springer–Verlag. 527 p.
- Cho S.** (2018). *Fourier transform and its applications using Microsoft EXCEL®*. San Rafael: Morgan & Claypool. 123 p.
- Tikhonov A.N., Arsenin V.Y.** (1997). *Solution of ill-posed problems*. Washington: Winston & Sons. 258 p.

* * *

Е.Л. Торопцев, М.М. Кандохова, Н.Г. Гудиева **Оптимизация структурной динамики экономики в рамках методологии «затраты–выпуск»** *Экономика и математические методы*, 2023, 59 (2), с. 26-38

Е.Л. Торопцев,

Северо-Кавказский федеральный университет, Ставрополь; e-mail: eltoroptsev@yandex.ru

М.М. Кандохова,

Кабардино-Балкарский государственный университет, г. Нальчик; e-mail: mrkand@mail.ru

Н.Г. Гудиева

Научно-образовательный математический центр «Северо-Кавказский центр математических исследований», Ставрополь; e-mail: gudieva82@bk.ru

Аннотация. Модель динамического межотраслевого баланса в виде системы дифференциальных уравнений, оцифрованная в соответствии с уже опубликованной авторской методикой, позволяет ставить и решать широкий круг задач структурной статической устойчивости экономических систем. Оптимизация структурной динамики может быть выполнена при включении в вектор варьируемых параметров любых, а в пределе — всех элементов модели. В настоящей работе для этого выбраны межотраслевые инерционности и предложен метод, который на шаге поиска использует вектор параметров произвольной (допускаемой самой моделью) длины. Это отличает предлагаемый метод от существующих, делая его уникальным. Указанная уникальность заключается в снятии так называемого «проклятия размерности», присущего классическим задачам оптимизации (численного поиска) с применением методов от покоординатного спуска до богатых инструментов ньютоновского типа. В этом смысле метод является конкурентом оптимизации на основе машинного обучения искусственных нейронных сетей. При этом не важно, как именно формализована задача: в ней должны быть выделены целевые показатели и вектор варьируемых параметров. Можно поставить и решить массу оптимизационных задач, изменяя содержание вектора варьируемых параметров по соответствующему плану вычислительного эксперимента. В работе же представлен только один пример и один шаг оптимизации. Ограничивающим и функциональным условием работы метода является сохранение линейной зависимости между желаемыми приращениями вещественных частей собственных значений матрицы

состояния модели и их чувствительностей к параметрам управления. Такие «малые» шаги оптимизации представляют собой самостоятельные задачи, численное решение которых можно повторять.

Ключевые слова: динамический межотраслевой баланс, оцифровка, оптимизация, чувствительности, сингулярное разложение матрицы.

Классификация JEL: B41, C02, C61, C68.

Для цитирования: **Торопцев Е.Л., Кандохова М.М., Гудиева Н.Г.** (2023). Оптимизация структурной динамики экономики в рамках методологии «затраты–выпуск» // *Экономика и математические методы*. Т. 59. № 2. С. 26–38. DOI: 10.31857/S042473880025859-3

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Алмон К.** (2021). Искусство экономического моделирования. М.: ИНП РАН, МАКС Пресс.
- Андрукович П.Ф.** (2020). Заметки о принципах построения моделей прогноза экономических показателей (на примере прогнозной системы «progosec») // *Экономика и математические методы*. Т. 56. № 2. С. 66–76.
- Ашимов А.А., Айсакова Б.А., Алшанов Р.А.** (2014). Параметрическое регулирование экономического роста на базе неавтономных вычислимых моделей общего равновесия // *Автоматика и телемеханика*. Вып. 6. С. 69–85.
- Баранов А.О.** (2017). Выход из кризиса и перспективы экономического роста в России в 2018–2019 гг. // *ЭКО*. № 12. С. 5–17.
- Баранов А.О., Квактун М.И.** (2020). Прогнозирование ускоренного обновления основного капитала в России с использованием динамической межотраслевой модели // *Проблемы прогнозирования*. № 2. С. 48–59.
- Баранов А.О., Широков А.А.** (2020). Экономическая политика России в межотраслевом и пространственном измерении: материалы 2-й конференции ИНП РАН и ИЭОПП СО РАН по межотраслевому и региональному анализу и прогнозированию. Новосибирск: ИЭОПП СО РАН.
- Баранов Э.Ф., Елсакова А.В., Корнева Е.С.** (2015). Декомпозиционный анализ на основе таблиц «затраты–выпуск» из базы данных WIOD. М.: Изд. дом Высшей школы экономики.
- Бертсекас Д.** (1987). Условная оптимизация и методы множителей Лагранжа. М.: Радио и связь. 400 с.
- Воеводина В.В.** (1968). Ошибки округления в алгебраических процессах. М.: ВЦ МГУ.
- Глазьев С.Ю.** (2012). Современная теория длинных волн в развитии экономики // *Экономическая наука современной России*. № 2 (57). С. 8–27.
- Глазьев С.Ю.** (2016). Прикладные результаты теории мирохозяйственных укладов // *Экономика и математические методы*. Т. 52. № 3. С. 3–21.
- Голуб Дж., Лоун Ч.В.** (1999). Матричные вычисления. М.: Мир.
- Гринберг Р.С.** (2015). Экономика современной России: состояние, проблемы, перспективы. Общие итоги системной трансформации // *Век глобализации*. №1 (15). С. 166–182.
- Гринберг Р.С., Рубинштейн А.Я.** (2008). Основания смешанной экономики. Экономическая социодинамика. М.: ИЭ РАН.
- Деннис Дж., Шнабель Р.** (1988) Численные методы безусловной оптимизации и решения нелинейных уравнений. М.: Мир. 440 с.
- Доценко Е.Ю.** (2019). Структурная инерция как методологический инструмент исследования структурных сдвигов в экономике // *Научно-практический журнал «Экономика и управление инновациями»*. № 1. С. 4–17.
- Дужински Р.Р., Торопцев Е.Л., Мараховский А.С.** (2017). Системные проблемы экономического роста в современной России // *Экономический анализ: теория и практика*. Т. 16. Вып. 2. С. 204–220.

- Дужински Р.Р., Торопцев Е.Л., Мараховский А.С.** (2018). Объединение информационно-аналитических возможностей равновесных и динамических межотраслевых моделей // *Экономический анализ: теория и практика*. Т. 17. № 4. С. 736–753. DOI: 10.24891/ea.17.4.736
- Зарук Н.Ф., Галкин М.С., Светлов Н.М.** (2019). Методика анализа инвестиционной привлекательности с использованием экономико-математических методов: межотраслевой аспект // *Экономика, труд, управление в сельском хозяйстве*. № 11. С. 63–76.
- Ивантер В.В.** (2017). Структурно-инвестиционная политика в целях устойчивого роста и модернизации экономики. М.: ИНП РАН.
- Канторович Л.В.** (2011). Избранные труды. Экономико-математические работы. Ин-т математики им. С.Л. Соболева, СО РАН.
- Касимов А.А., Богатырев А.В.** (2009). Оптимизация ресурсной политики предприятия // *Российское предпринимательство*. Т. 10. № 4. С. 46–50.
- Клейнер Г.Б.** (2020). Интеллектуальная экономика цифрового века // *Экономика и математические методы*. Т. 56. № 1. С. 18–33.
- Колемаев В.А.** (2005). Экономико-математическое моделирование. Моделирование макроэкономических процессов и систем. М.: ЮНИТИ-ДАНА.
- Кондратьев Н.Д., Яковец Ю.В., Абалкин Л.И.** (2002). Большие циклы конъюнктуры и теория предвидения. Избранные труды. М.: Экономика.
- Крутько П.Д., Максимов А.И., Скворцов Л.М.** (1988). Алгоритмы и программы проектирования автоматических систем. М.: Радио и связь.
- Крюков В.А., Баранов А.О., Павлов В.Н., Суслов В.И., Суслов Н.И.** (2020). Проблемы развития единого комплекса средств макроэкономического межрегионального межотраслевого анализа и прогнозирования // *Экономика региона*. Т. 16. Вып. 4. С. 1072–1086.
- Ксенофонтов М.Ю., Широков А.А., Ползиков Д.А., Янговский А.А.** (2018). Оценка мультипликативных эффектов в российской экономике на основе таблиц «затраты–выпуск» // *Проблемы прогнозирования*. № 2 (167). С. 3–13.
- Леонтьев В.В.** (1990). Экономические эссе. Теории, исследования, факты и политика. М.: Политическая литература.
- Миролюбова Т.В., Карлина Т.В., Николаев Р.С.** (2020). Цифровая экономика: проблемы идентификации и измерений в региональной экономике // *Экономика региона*. Т. 16. Вып. 2. С. 377–390.
- Петрикова Е.М.** (2011). Взаимосвязь показателей платежного и межотраслевого балансов // *Вопросы статистики*. № 7. С. 59–68. [Petrikova E.M. (2011). Interrelation of indicators of payment and intersectoral balances. *Voprosy Statistiki*, 7, 59–68 (in Russian).]
- Позамантир Э.И.** (2014). Вычислимое общее равновесие экономики и транспорта (Транспорт в динамическом межотраслевом балансе). М.: Поли Принт Сервис.
- Светульников С.Г., Абдуллаев И.С.** (2009). Экономическая динамика и производственные функции // *Вестник Оренбургского государственного университета*. № 5 (99). С. 110–114. [Svetunkov S.G., Abdullaev I.S. (2009). Economic dynamics and production functions. *Vestnik of the Orenburg State University*, 5 (99), 110–114 (in Russian).]
- Смирнов В.И., Крылов В.И., Канторович Л.В.** (1933). Вариационное исчисление. Ленинград: Кубуч.
- Суворов Н.В., Трещина С.В., Белецкий Ю.В.** (2017). Балансовые и факторные модели как инструмент анализа и прогнозирования структуры экономики. М.: МАКС Пресс.
- Торопцев Е.Л., Мараховский А.С.** (2022a). Анализ макроструктурной динамики в рамках методологии «затраты–выпуск» // *Журнал Новой экономической ассоциации*. № 1 (53). С. 12–30.
- Торопцев Е.Л., Мараховский А.С.** (2022b). Структурные инерционности экономических систем // *Экономика и математические методы*. № 1. Т. 58. С. 38–47.

- Уилкинсон Дж. (1970). Алгебраическая проблема собственных значений. М.: Наука.
- Форсайт Дж., Малькольм М., Моулер К. (1980). Машинные методы математических вычислений. М.: Мир.
- Хемди А.Т. (2005). Введение в исследование операций. 6-е издание. Пер. с англ. М.: Вильямс.
- Широв А.А., Янговский А.А. (2017). Межотраслевая макроэкономическая модель RIM — развитие инструментария в современных российских условиях // *Проблемы прогнозирования*. Т. 162. № 3. С. 3–19.
- Almon C.I., Grassini M. (2010). The changing structure of employment in Italy 1980–2010: Can investment affect the outcome? *INFORUM Working Papers*.
- Bertsekas D. (1982). *Constrained optimization and multiplier methods*. New York, London: Academic Press, Inc.
- Brunet F. (2011). *Basics on Continuous Optimization*. Available at: <https://www.brnt.eu/phd/node10.html>
- Chen X., Guo J., Yang C. (2004). Chinese economic development and input-output extension. *International Journal of Applied Economics and Econometrics*, 12, 1, 43–88.
- Dennis J.E., Schnabel R.B. (1983). *Numerical methods for unconstrained optimization and nonlinear equations*. New Jersey: Prentice Hall Inc.
- Madsen K., Nielsen H.B., Tingleff O. (2004). *Methods for non-linear least squares problems*. 2nd ed. Informatics and Mathematical Modelling (IMM), Technical University of Denmark (DTU), Lyngby.
- Mohajan H.K. (2012). *Aspects of mathematical economics, social choice and game theory*. PhD Dissertation, Lambert Academic Publishing, Germany.
- Mohajan H.K. (2017). Optimization models in mathematical economics. *Journal of Scientific Achievements*, 2 (5), 30–42.
- Mohajan H.K., Islam J.N., Moolio P. (2013). *Optimization and social welfare in economics*. Saarbrücken: Lambert Academic Publishing, Germany.
- Zhang H., Chen X. (2008). An extended input-output model on education and the shortfall of human capital in China. *Economic Systems Research*, 20, 2, 205–221.

Народнохозяйственные проблемы

Д.И. Усманов, М.Н. Дудин **Моделирование социально-экономического развития России с использованием больших данных и данных результатов натуральных экспериментов** *Экономика и математические методы*, 2023, 59 (2), с. 39-53

Д.И. Усманов,

ИПР РАН, Департамент экономической теории при Финансовом университете при Правительстве РФ, Москва; e-mail: us.dali@mail.ru

М.Н. Дудин

ИПР РАН, Москва

Статья подготовлена в рамках государственного задания ИПР РАН, 2023 год, тема НИР «Моделирование процессов обеспечения устойчивого и сбалансированного социально-экономического и пространственного развития России и стран ближнего зарубежья в целях формирования Большого евразийского партнерства».

Аннотация. Цель статьи заключается в исследовании перспектив социально-экономического развития России с точки зрения перехода к экономической автаркии. Исследование включает кластерный анализ тенденций и закономерностей социально-экономического развития России, а также стран ближнего зарубежья (СНГ). В качестве базы сравнения были использованы данные по странам, которые прошли (Южная Корея и Япония) или проходят (Иран) натуральный эксперимент экономической автаркии с различной степенью успешности. В качестве информационной базы исследования

использованы статистически обработанные большие данные, отраженные в Индексе процветания стран (Legatum Prosperity Index) по итогам 2021 г. Также в исследовании проведено моделирование социально-экономического развития России с учетом накопленного потенциала на основе таксономического метода, относимого к группе экономико-математических методов принятия решений по множеству атрибутов (Multiple Attribute Decision Making, MADM). Результаты исследования показывают, что Россия не обладает необходимым потенциалом развития для перехода на успешные модели экономической автаркии, которые были реализованы в свое время в Южной Корее и Японии. Россия способна реализовывать и далее инерционную модель социально-экономического развития, а также перейти к экономической автаркии по иранскому типу. В равной степени этот же вывод относится и к странам ближнего зарубежья (СНГ). Полученные результаты могут быть использованы в качестве информационной базы для принятия решений в области государственного управления и регулирования социально-экономических и общественно-политических процессов.

Ключевые слова: экономика, общество, институты, развитие, социально-экономические модели, моделирование, экономическая автаркия, экономический уклад.

Классификация JEL: C40, R15.

Для цитирования: **Усманов Д.И., Дудин М.Н.** (2023). Моделирование социально-экономического развития России с использованием больших данных и данных результатов натуральных экспериментов // *Экономика и математические методы*. Т. 59. № 2. С. 39-53. DOI: 10.31857/S042473880023483-0

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Айвазян С.А., Мхитарян В.С.** (2001). Прикладная статистика. Основы эконометрики: Учебник для вузов. В 2 т. 2-е изд. Т. 1: «Теория вероятностей и прикладная статистика». М.: ЮНИТИ-ДАНА. 656 с.
- Ильяхов А.А.** (2015). Вынужденная автаркия: исторический опыт // *Russian Journal of Economics and Law*. № 1 (33). С. 26–31.
- Клейнер Г.Б.** (2022). Инклюзивный рост в экономике замкнутого цикла // *Экономическое возрождение России*. № 3 (73). С. 37–44.
- Ларин С.Н., Соколов Н.А.** (2021). Анализ влияния санкционных ограничений на экономики Ирана и России // *Международный журнал гуманитарных и естественных наук*. № 9–1. С. 157–164.
- Медведев И.В.** (2020). Экономико-теоретические проблемы исследования экономических интеграционных процессов на постсоветском пространстве на примере СНГ // *Теоретическая экономика*. № 2 (62). С. 60–66.
- Миграция А.А.** (2020). Потенциал развития экономического сотрудничества России со странами ЕАЭС и СНГ // *Проблемы постсоветского пространства*. Т. 7. №. 3. С. 327–346.
- Насирбейк А.И.** (2019). Этапы развития экономики Ирана // *Горизонты экономики*. №. 6. С. 61–66.
- Пискун Е.И., Хохлов В.В.** (2019). Экономическое развитие регионов Российской Федерации: факторно-кластерный анализ // *Экономика региона*. Т. 15. №. 2. С. 363–376.
- Савинский А.В.** (2018). Западные санкции и диверсификация: опыт Ирана // *Геополитика и экогеодинамика регионов*. Т. 4. №. 3. С. 5–13.
- Ситковский А.М.** (2021). Моделирование многокритериальной оценки социо-эколого-экономического состояния и динамики территории // *Вопросы управления*. № 2 (69). С. 102–119.
- Торкановский Е.П.** (2020). Автаркия 2.0: глобальная экологическая повестка, пандемия COVID-19 и новая нормальность // *Экономические отношения*. Т. 10. №. 3. С. 663–682.

- Хоминич И.П., Самира А.** (2021). Россия и Иран в условиях экономических санкций: антисанкционная политика и экономика сопротивления // *Вестник Российского экономического университета им. Г.В. Плеханова*. Т. 18. № 2 (116). С. 5–12.
- Цветков В.А.** (2022). Экономический суверенитет России в условиях новой реальности // *Вестник Национального института бизнеса*. №. 45. С. 25–30.
- Юрченко Т.В.** (2019). Кластерный анализ как инструмент территориальных исследований // *Научное обозрение: теория и практика*. Т. 9. №. 3. С. 385–396.
- Abduvaliev M., Bustillo R.** (2020). Impact of remittances on economic growth and poverty reduction amongst CIS countries. *Post-Communist Economies*, 32, 4, 525–546.
- Bellman R.E., Zadeh L.A.** (1970). Decision-making in a fuzzy environment. *Management Science*, 17, 4, B–141-B-164.
- Cheba K., Szopik-Depczyńska K.** (2017). Multidimensional comparative analysis of the competitive capacity of the European Union countries and geographical regions. *Oeconomia Copernicana*, 8, 4, 487–504.
- Einav L., Levin J.** (2014). Economics in the age of big data. *Science*, 346, 6210, 1243089.
- Haerpfer, C., Inglehart, R., Moreno, A., Welzel, C., Kizilova, K., Diez-Medrano J., M. Lagos, P. Norris, E. Ponarin & B. Puranen** (eds.). (2022). *World values survey: Round Seven — Country-Pooled Datafile Version 5.0*. Madrid, Spain & Vienna, Austria: JD Systems Institute & WWSA Secretariat. 747 p.
- Haggard S., Moon C.** (2018). *The state, politics, and economic development in postwar South Korea. State and society in contemporary Korea*. Cornell University Press, 51–94.
- Hellwig Z.** (1972). Procedure of evaluating high-level manpower data and typology of countries by means of the taxonomic method. *Towards a system of human resources indicators for less developed countries*, 115–134.
- Hufbauer G.C., Jung E.** (2021). Economic sanctions in the twenty-first century. *Research Handbook on Economic Sanctions*. London: Edward Elgar Publishing, 26–43.
- Lockwood W.W.** (2015). *Economic development of Japan*. Princeton: Princeton University Press. 704 p.
- Mandelbaum M.** (2019). The new containment: Handling Russia, China, and Iran. *Foreign Affairs*, 98, 123.
- Tvaronaviciene M., Razminiene K., Piccinetti L.** (2015). Approaches towards cluster analysis. *Economics & Sociology*, 8, 1, 19.
- Zadeh L.A.** (1988). Fuzzy logic. *Computer*, 21, 4, 83–93.
- Zavadskas E.K., Turskis Z., Kildiene S.** (2014). State of art surveys of overviews on MCDM/MADM methods. *Technological and Economic Development of Economy*, 20, 1, 165–179.

Региональные проблемы

О.А. Голованов, А.Н. Тырсин, Е.В. Васильева **Влияние пандемии COVID-19 на социально-экономическое развитие региона** *Экономика и математические методы*, 2023, 59 (2), 54-67

О.А. Голованов,

Институт экономики УрО РАН, Екатеринбург; e-mail: golovanov.oa@uiec.ru

А.Н. Тырсин,

Институт экономики УрО РАН, Уральский федеральный университет, Екатеринбург;

e-mail: at2001@yandex.ru

Е.В. Васильева,

Институт экономики УрО РАН, Екатеринбург; e-mail: vasileva.ev@uiec.ru

Статья выполнена в соответствии с планом научно-исследовательских работ Института экономики Уральского отделения РАН.

Аннотация. В статье представлен анализ последствий экономической нестабильности, вызванной пандемией COVID-19, для социально-экономического развития региона. Исследование проводилось на примере Свердловской области по данным Федеральной службы государственной статистики. В статье поставлены и решены три задачи исследования. Во-первых, оценить, насколько в целом изменилось социально-экономическое состояние региона в результате пандемии COVID-19. Во-вторых, выявить влияние пандемии COVID-19 на характер и структуру взаимосвязей между социально-экономическими показателями региона. В-третьих, проанализировать влияние пандемии COVID-19 на тенденции социально-экономических показателей региона с учетом их возможного запаздывания и сезонного колебания. Первая задача решается с помощью статистических методов распознавания образов, вторая задача — методами многомерного корреляционного анализа. Для решения третьей задачи использованы стохастические модели временных рядов. Наибольший вклад в разделение на кластеры оказало число родившихся, оборот общественного питания и объем товаров, работ и услуг, выполненных собственными силами; в их динамике наиболее явно прослеживается влияние пандемии COVID-19 в Свердловской области. Многомерный корреляционный анализ позволил установить, что в результате введения ограничительных и поддерживающих мер сформировались разнонаправленные тенденции динамики социально-экономических показателей региона, которые нарушили ранее сложившиеся взаимосвязи между ними. Исходя же из полученных коэффициентов авторегрессионной модели, можно обнаружить некоторую закономерность, заключающуюся в росте влияния краткосрочных (лаг 1 и 3 месяца) и в уменьшении влияния долгосрочных (лаг 12 месяцев) изменений показателей. Согласно полученным расчетам экономике Свердловской области за анализируемый период не удалось преодолеть дестабилизирующее влияние последствий пандемии COVID-19.

Ключевые слова: пандемия, COVID-19, социально-экономическое развитие, экономическая нестабильность, регион, дискриминантный анализ, многомерный корреляционный анализ, авторегрессия.

Классификация JEL: C10, O11, R11.

Для цитирования: Голованов О.А., Тырсин А.Н., Васильева Е.В. (2023). Влияние пандемии COVID-19 на социально-экономическое развитие региона // *Экономика и математические методы*. Т. 59. № 2. С. 54-67. DOI: 10.31857/S042473880022737-9

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Айвазян С.А., Бухштабер В.М., Енюков И.С., Мешалкин Л.Д. (1989). Прикладная статистика: Классификация и снижение размерности. М.: Финансы и статистика. 607 с.
- Айвазян С.А., Енюков И.С., Мешалкин Л.Д. (1985). Прикладная статистика: Исследование зависимостей. М.: Финансы и статистика. 487 с.
- Болдин М.В., Симонова Г.И., Тюрин Ю.Н. (1997). Знаковый статистический анализ линейных моделей. М.: Наука, Физматлит. 288 с.
- Васиев М., Би К., Денисов А., Бочарников В. (2020). Влияние пандемии Covid-19 на устойчивость экономики Китая // *Форсайт*. Т. 14. С. 7–22.
- Вероятность и математическая статистика: Энциклопедия (1999). Гл. ред. Ю.В. Прохоров. М.: Большая Российская энциклопедия. 910 с.
- Вучков И., Бояджиева Л., Солаков Е. (1987). Прикладной линейный регрессионный анализ. Пер. с болг. М.: Финансы и статистика. 239 с.
- Голованов О.А., Тырсин А.Н., Васильева Е.В. (2022). Оценка влияния пандемии COVID-19 на тренды социально-экономического развития региона России: кейс Свердловской области // *Journal of Applied Economic Research*. Т. 21. № 2. С. 257–281. DOI: 10.15826/vestnik.2022.21.2.010.

- Демиденко Е.З. (1981). Линейная и нелинейная регрессия. М.: Финансы и статистика. 302 с.
- Лукашин Ю.П. (2003). Адаптивные методы краткосрочного прогнозирования временных рядов. М.: Финансы и статистика. 416 с.
- Мудров В.И., Кушко В.Л. (2022). Методы обработки измерений: квазиправдоподобные оценки. Изд. стереотип. М.: URSS. 304 с.
- Омельяновский В.В., Авксентьева М.В., Деркач Е.В., Свешникова Н.Д. (2011). Анализ стоимости болезни, проблемы и пути решения // *Педиатрическая фармакология*. Т. 8. № 3. С. 6–12.
- Онищенко Г.Г., Сизикова Т.Е., Лебедев В.Н., Борисевич С.В. (2022). Вариант “омикрон” вируса SARS-COV-2 как доминантный агент нового подъема заболевания в условиях пандемии COVID-19 // *Вестник Российской академии наук*. Т. 92. № 7. С. 636–646. DOI: 10.31857/S0869587322070131
- Смирнов Е.Н. (2020). «Мировая экономика коронавируса»: поиск оптимальных путей преодоления последствий кризиса // *Вестник МГИМО-Университета*. № 13 (3). С. 243–266 DOI: 10.24833/2071-8160-2020-3-72-243-266.
- Сошникова Л.А., Тамашевич В.Н., Уебе Г., Шефер М. (1999). Многомерный статистический анализ в экономике. М.: Финансы и статистика. 598 с.
- Степанов В.С. (2020). Зависимость уровня смертности в регионах от распространенности активных носителей SARS-CoV-2 и ресурсов организаций здравоохранения // *Анализ риска здоровью*. № 4. С. 12–22. DOI: 10.21668/health.risk/2020.4.02
- Степанов В.С. (2022). Оценка уровня смертности, обусловленной SARS-CoV-2, в регионах России, на основе эконометрической модели // *Инфекция и иммунитет*. Т.12. № 4. С. 783–789. DOI: 10.15789/2220-7619-ASR-1846
- Тихомиров Н.П., Дорохина Е.Ю. (2003). Эконометрика. М.: Экзамен. 512 с. [Tihomirov N.P., Dorohina E.Yu. (2003). *Econometrics*. Moscow: Ekzamen. 512 p. (in Russian).]
- Тырсин А.Н. (2022). Скалярная мера взаимосвязи между несколькими случайными векторами // *Заводская лаборатория. Диагностика материалов*. Т. 88. № 3. С. 73–80. DOI: 10.26896/1028-6861-2022-88-3-73-80
- Тырсин А.Н., Голованов О.А. (2021). Динамическое регрессионное моделирование на основе градиентного спуска по узловым прямым // *Современные наукоемкие технологии*. № 10. С. 88–93. DOI: 10.17513/snt.38859.
- Цветков В.А., Дудин М.Н. (2020). Пандемия COVID-19 как угроза продовольственной и экономической безопасности страны // *Экономика и управление*. № 26 (4). С. 334–344. DOI: 10.35854/1998-1627-2020-4-334-344
- Цухло С.В. (2021). Адаптация российской промышленности к кризису 2020 г. // *Экономическое развитие России*. Т. 28, № 10. С. 16–18.
- Шмат В. (2022). Экономический рост или гармоничное социально-экономическое развитие? Часть I. Теоретико-методический взгляд // *ЭКО*. № 52 (6). С. 89–110. DOI: 10.30680/ЕСО0131-7652-2022-6-89-110
- Эсбенсен К. (2005). Анализ многомерных данных. Избранные главы: пер. с англ. Черноголовка: Изд-во Института проблем химической физики (ИПХФ) РАН. 160 с.
- Basset G.W., Koenker R. (1978). Asymptotic theory of least absolute error. *Journal of the American Statistical Association*, 73, 618–622.
- Box G.E.P., Jenkins G.M., Reinsel G.C., Ljung G.M. (2015). *Time series analysis: Forecasting and control*. 5th ed. Hoboken: Wiley. 712 p.
- Brahmbhatt M., Dutta A. (2008). On SARS type economic effects during infectious disease outbreaks. *World Bank Policy Research Working Paper*, 4466. Available at: <https://ssrn.com/abstract=1081740>
- Hardle W.K., Simar L. (2019). *Applied multivariate statistical analysis*. 5th ed. Berlin Heidelberg: Springer. 558 p.

- Jennrich R.I.** (1970). An asymptotic χ^2 test for the equality of two correlation matrices. *Journal of the American Statistical Association*, 65 (330), 904–912. DOI: 10.2307/2284596
- Jonung L., Roeger W.** (2006). The Macroeconomic Effects of a Pandemic in Europe – a model-based assessment. DOI: 10.2139/ssrn.920851
- Nelson C.R., Kang H.** (1984). Pitfalls in the use of time as explanatory variable in regression. *Journal of Business and Economic Statistics*, 2, 73–82.
- Pena D., Rodriguez J.** (2003). Descriptive measures of multivariate scatter and linear dependence. *Journal of Multivariate Analysis*, 85, 2, 361–374. DOI: 10.1016/S0047-259X(02)00061-1
- Pollard D.** (1991). Asymptotics for least absolute deviation regression estimators. *Econometric Theory*, 7, 186–199.
- Ward J.D., Sutton P.C., Werner A.D., Costanza R., Mohr S.H., Simmons C.T.** (2016). Is decoupling GDP growth from environmental impact possible? *PLoS ONE*, 11 (10), e0164733. DOI: 10.1371/journal.pone.0164733

Математический анализ экономических моделей

Ф.Л. Зак **Рационирование и рынок: структура и устойчивость равновесий** *Экономика и математические методы*, 2023, 59 (2), 68–86

Ф.Л. Зак,

ЦЭМИ РАН, Москва; e-mail: zak@cemi.rssi.ru

Аннотация. В последнее время в различных странах усиливается государственное регулирование экономики. Ряд государств пытается воздействовать на цены в ключевых областях экономики, в частности путем продажи ресурсов по твердым ценам в пределах установленных квот, однако в реальной экономике не удается предотвратить перепродажу котируемых товаров на свободном рынке. Исследование воздействия рационарования на рыночные цены является актуальной и весьма сложной задачей. В настоящей статье предложена модель экономического равновесия, в которой часть товаров в пределах выделенных квот распределяется государством по фиксированным ценам, после чего все товары, включая выкупленные в пределах квот, поступают на свободный рынок, на котором обмениваются уже по рыночным ценам. Параметрами модели являются товарные запасы, начальные денежные средства участников, квоты и фиксированные цены. При определенных значениях параметров рассматриваемая модель в качестве частных случаев содержит модель чистого обмена и модель с фиксированными доходами и, в некотором смысле, является их комбинацией. Основываясь на известных свойствах этих частных случаев и используя технику элементарной дифференциальной топологии, мы исследуем условия существования и свойства состояний равновесия в рассматриваемой модели. Равновесие существует не для всех экономик. В зависимости от значений параметров в (достаточно общей) экономике может существовать конечное (четное или нечетное) число равновесий. В важном частном случае, когда котируются все товары, а суммарная стоимость выделенных квот совпадает с совокупными денежными средствами участников, равновесия образуют одномерное многообразие. Исследована сходимость обобщенного вальрасовского процесса регулирования цен (*tâtonnement*). Показано, что в нашей ситуации достижение баланса спроса и предложения может сопровождаться ростом цен (эндогенной инфляцией).

Ключевые слова: дефицит, рационарование, квоты, функции спроса, рынок, равновесие, соответствие Вальраса, ценообразование, инфляция.

Классификация JEL: C02, C62, C65, D31, D45, D47, D52, D61.

Для цитирования: **Зак Ф.Л.** (2023). Рационирование и рынок: структура и устойчивость равновесий // *Экономика и математические методы*. Т. 59. № 2. С. 68–86. DOI: 10.31857/S042473880025860-5

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Зак Ф.Л.** (1981). Устойчивость экономического равновесия. Методы теории экстремальных задач в экономике. В.Л. Левин (ред.). М.: Наука. С. 72–106.
- Макаров В.Л., Васильев В. А., Козырев Н.А., Маракулин В.М.** (1982). О некоторых проблемах и результатах в современной математической экономике // *Оптимизация*. № 30 (47). С. 5–86.
- Макаров В.Л., Васильев В.А., Козырев Н.А., Маракулин В.М.** (1986). Равновесие, рacionamento и устойчивость // *Оптимизация*. № 38 (55). С. 7–120. [**Makarov V.L., Vasil'ev V.A., Kozyrev N.A., Marakulin V.M.** (1986). Equilibrium, rationing, and stability. *Optimization*, 38 (55), 7–120 (in Russian).]
- Милнор Дж., Уоллес А.** (1972). Дифференциальная топология. Начальный курс. М.: Мир.
- Никайдо Х.** (1972). Выпуклые структуры и математическая экономика. М.: Мир.
- Полтерович В.М.** (1990). Экономическое равновесие и хозяйственный механизм. Москва: Наука.
- Рохлин В.А., Фукс Д.Б.** (1977). Начальный курс топологии. Геометрические главы. М.: Наука.
- Хирш М.** (1979). Дифференциальная топология. Пер. с англ. М.: Мир.
- Balasko Y.** (1975). Some results on uniqueness and on stability of equilibrium in general equilibrium theory. *J. Math. Economics*, 2, 2, 95–118.
- Checherita-Westphal C., Freier M., Muggenthaler Ph.** (2022). Euro area fiscal policy response to the war in Ukraine and its macroeconomic impact. *ECB Economic Bulletin*, 5. Available at:
- Debreu G.** (1970). Economies with a Finite Set of Equilibria. *Econometrica*, 38, 387–392.
- Debreu G.** (1972). Smooth Preferences. *Econometrica*, 40, 603–616.
- ЕС (2023). *Impact of Russia's invasion on the markets: EU response*.
- Hannon P.** (2022). Russia's war in Ukraine to cost global economy \$2.8 trillion, OECD says. *The Wall Street Journal*, Sept. 26.
- Kornai J.** (1980). *The Economics of Shortage*. Amsterdam: North Holland.
- Kornai J.** (2013). *Dynamism, rivalry, and the surplus economy. Two essays on the nature of capitalism*. Oxford: Oxford University Press.
- Merrill R., Neves C., Lain B.** (2022). *Basic income experiments. A critical examination of their goals, contexts, and methods*. Palgrave Macmillan, Springer Nature Switzerland AG.
- Torry M.** (2022). *Basic income – What, why, and how? Aspects of the Global Basic Income Debate*. Palgrave Macmillan, Springer Nature Switzerland AG.

* * *

С.В. Курочкин, В.А. Родина **Оптимальное решение задачи иммунизации потока множественных платежей произвольной структуры** *Экономика и математические методы*, 2023, 59 (2), 87-99

С.В. Курочкин,

НИУ ВШЭ, Москва; e-mail: skurochkin@hse.ru

В.А. Родина,

НИУ ВШЭ, Москва; e-mail: victoriarodina@hse.ru

Аннотация. Одной из центральных задач в управлении портфелем активов с фиксированной доходностью является иммунизация, т.е. контроль изменения стоимости портфеля при колебаниях процентных ставок с учетом аналогичной зависимости портфеля обязательств. В многочисленных исследованиях были предложены различные модели иммунизации для обязательства с единичным платежом и/или при предположении определенного вида сдвигов кривой спот-ставок. В настоящей работе впервые

предложено решение проблемы иммунизации портфеля облигаций для множественных платежей по обязательствам и сдвигов кривой доходности произвольной структуры. Введенная Навалкой и Чемберсом, мера риска M-Absolute обобщается на случай потока множественных платежей по обязательствам. В качестве меры близости потоков платежей используется известная в машинном обучении метрика Earth Mover's Distance (EMD), или расстояние Монжа–Канторовича–Вассерштейна. Доказана оценка типа Фонга–Васичека — процентный риск портфеля ограничен произведением двух факторов, один из которых будет EMD-расстоянием между активами и обязательствами (т.е. зависит только от структуры портфеля), а другой — sup-норма функции шока ставок — зависит только от изменения кривой бескупонной доходности. Доказана неулучшаемость оценки. Получен явный вид и алгоритм расчета оптимального иммунизирующего портфеля. Практическая применимость метода продемонстрирована на примере иммунизации портфеля облигаций федерального займа при структуре потока обязательств типа аннуитета.

Ключевые слова: ALM, иммунизация, процентный риск, мера разброса, метрика Монжа–Канторовича–Вассерштейна, EMD-расстояние.

Классификация JEL: G1, G2, F3.

Для цитирования: **Курочкин С.В., Родина В.А.** (2023). Оптимальное решение задачи иммунизации потока множественных платежей произвольной структуры // *Экономика и математические методы*. Т. 59. № 2. С. 87–99. DOI: 10.31857/S042473880025861-6

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Бешенов С.В., Лапшин В.А.** (2019). Параметрическая иммунизация процентного риска на основе моделей срочной структуры процентных ставок // *Экономический журнал ВШЭ*. Т. 23 (1). С. 9–31.
- Богачев В.И., Колесников А.В.** (2012). Задача Монжа–Канторовича: достижения, связи и перспективы // *Успехи математических наук*. Т. 67. Вып. 5 (407). С. 3–110.
- Валландер С.С.** (1973). Вычисление расстояния по Вассерштейну между распределениями вероятностей на прямой // *Теория вероятностей и ее применения*. Т. 18. Вып. 4. С. 824–827.
- Balbas A., Ibanez A.** (1998). When can you immunize a bond portfolio? *Journal of Banking and Finance*, 22, 1571–1595.
- Balbas A., Ibanez A., Lopez S.** (2002). Dispersion measures as immunization risk measures. *Journal of Banking and Finance*, 26 (6), 1229–1244.
- Bayliss C., Serra M., Nieto A., Juan A.** (2020). Combining a matheuristic with simulation for risk management of stochastic assets and liabilities. *Risks* 8 (4), 131.
- Bierwag G.** (1977). Immunization, duration, and the term structure of interest rates. *Journal of Financial and Quantitative Analysis*, 12 (5), 725–742.
- Bierwag G., Fooladi I., Roberts G.** (1993). Designing an immunized portfolio: Is M-squared the key? *Journal of Banking and Finance*, 17, 1147–1170.
- Bierwag G., Kaufman G., Toevs A.** (1983). Immunization strategies for funding multiple liabilities. *Journal of Financial and Quantitative Analysis*, 18 (1), 113–123.
- Chizat L.** (2018). Unbalanced optimal transport: Dynamic and Kantorovich formulations. *Journal of Functional Analysis*, 274 (11), 3090–3123.
- De La Peña J.I., Iturricastillo I., Moreno R., Roman F., & Trigo E.** (2021). Towards an immunization perfect model? *International Journal of Finance & Economics*, 26 (1), 1181–1196.
- Dutta G., Rao H., Basu S., Tiwari M.** (2019). Asset liability management model with decision support system for life insurance companies: Computational results. *Computers & Industrial Engineering*, 128, 985–98.
- Fabozzi F.J., Fong H.G.** (1985). Fixed income portfolio management. Appendix E: Derivation of risk immunization measures. Homewood Illinois: Dow Jones-Irwin.
- Fisher L., Weil R.** (1971). Coping with the risk of interest rate fluctuations: Returns to bondholders from naïve and optimal strategies. *Journal of Business*, 44 (4), 408–431.

- Fong G., Vasicek O.** (1984). A risk minimizing strategy for portfolio immunization. *Journal of Finance*, 39 (5), 1541–1546.
- Ford P.** (1991). Some Further Investigations into Cashflow Matching. *AFIR Colloquium*, Rome, Italy, 539–551.
- Ford P.E.B.** (1991). Cashflow matching using modified linear programming. *AFIR Colloquium*, Brighton, United Kingdom, 3, 301–322.
- Gangbo W., Li W., Osher S., Puthawala M.** (2019). Unnormalized Optimal transport. *Journal of Computational Physics*, 399, 108940.
- Hürlimann W.** (2002). On immunization, stop-loss order and the maximum shiu measure. *Insurance: Mathematics and Economics*, 31, 315–325.
- Ingersoll J.Jr., Skelton J., Weil W.** (1978). Duration forty years later. *Journal of Financial and Quantitative Analysis*, 13 (4), 627–650.
- Khang C.** (1979). Bond immunization when short-term interest rates fluctuate more than long-term rates. *Journal of Financial and Quantitative Analysis*, 14 (5), 1085–1090.
- Kopa M., Rusý T.** (2021). A decision-dependent randomness stochastic program for asset-liability management model with a pricing decision. *Annals of Operations Research*, 299, 241–271.
- Leibowitz M.** (1986). The dedicated bond portfolio in pension funds – Part I: Motivations and basics. *Financial Analysts Journal*, 42 (1), 68–75.
- Monge G.** (1781). *Mémoire sur la théorie des déblais et des remblais*. Paris : De l'Imprimerie Royale.
- Montrucchio M., Peccati L.** (1991). A note on shiu-fisher-weil immunization theorem. *Insurance: Mathematics and Economics*, 10, 125–131.
- Nawalkha S., Chambers D.** (1996). An improved immunization strategy: M-absolute. *Financial Analysts Journal*, 52 (5), 69–76.
- Nawalkha S., Chambers D.** (1997). The M-vector model: Derivation and testing of extensions to M-square. *Journal of Portfolio Management*, 23 (2), 92–98.
- Nawalkha S., Soto G., Zhang J.** (2003). Generalized M-vector models for hedging interest rate risk. *Journal of Banking and Finance*, 27 (8), 1581–1604.
- Panaretos V., Zemel Y.** (2019). Statistical aspects of wasserstein distances. *Annual Review of Statistics and Its Application*, 6, 405–431.
- Redington F.** (1952). Review of the principles of life-office valuations. *Journal of the Institute of Actuaries*, 78 (3), 286–340.
- Rosenbloom E., Shiu E.** (1990). The matching of assets with liabilities by goal programming. *Managerial Finance*, 16 (1), 23–26.
- Shiu E.** (1987). On the Fisher–Weil immunization theorem. *Insurance: Mathematics and Economics*, 6, 259–266.
- Shiu E.** (1990). On Redington’s theory of immunization. *Insurance: Mathematics and Economics*, 9, 171–175.
- Theobald M., Yallup P.** (2009). Liability-driven investment: Multiple Liabilities and the question of the number of moments. *European Journal of Finance*, 16 (5), 413–435.
- Torres L., Pereira L., Amini H.** (2021). A survey on optimal transport for machine learning: Theory and applications. arXiv: 2106.01963. DOI: 10.48550/arXiv.2106.01963
- Van der Meer R., Smink M.** (1993). Strategies and techniques for asset-liability management: An overview. *Geneva Papers on Risk and Insurance, s and Practice*, 18 (67), 144–157.
- Vanderhoof I.** (1972). The interest rate assumption and the maturity structure of the assets of a life insurance company. *Transactions of Society of Actuaries*, 24 (69), 157–192.
- Weil R.** (1973). Macaulay's duration: An appreciation. *Journal of Business*, 46 (4), 589–592.

* * *

Н.М. Светлов **Компьютерные испытания прототипа непараметрической модели частичного равновесия** *Экономика и математические методы*, 2023, 59 (2), 100-111

Н.М. Светлов,

ЦЭМИ РАН, Москва; e-mail: nikolai.svetlov@gmail.com

Аннотация. На основе непараметрических формулировок задач о производственной программе и о выборе потребителя предложена вычислимая модель частичного равновесия с непараметрическим представлением спроса и предложения. Задачи производителя и потребителя представлены системами неравенств взаимно двойственных задач. Это позволяет свести отыскание равновесия к минимизации разностей между их целевыми функциями, суммированных по производителям и потребителям. Такая задача может иметь более одного локального оптимума. Компьютерными испытаниями на искусственных наборах данных подтверждено, что дополнение числовой модели техническими ограничениями, заведомо выполняющимися в равновесии, способно эффективно направлять поиск решения с использованием процедуры CONOPT4 к глобальному оптимуму (которому соответствует искомое равновесие). Во всех проведенных испытаниях равновесные решения найдены с первой попытки. Полученный результат имеет существенное значение для создания инструментальных средств, используемых на отраслевом уровне при управлении нестабильной экономической динамикой, характерной для периодов смены систем технологий широкого применения. Такие инструменты смогут полнее использовать информацию, содержащуюся в исходных эмпирических данных.

Ключевые слова: частичное равновесие, вычислимая модель, непараметрическая граница производственных возможностей, непараметрическая граница возможностей потребления, первая теорема двойственности, компьютерные испытания.

Классификация JEL: C02, C14, C63.

Для цитирования: **Светлов Н.М.** (2023). Компьютерные испытания прототипа непараметрической модели частичного равновесия // *Экономика и математические методы*. Т. 59. № 2. С. 100–111. DOI: 10.31857/S042473880025862-7

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Акаев А.А., Садовничий В.А.** (2016). Замкнутая динамическая модель для описания и расчета длинной волны экономического развития Кондратьева // *Вестник Российской академии наук*. Т. 86. № 10. С. 883–896. DOI: 10.7868/S0869587316100029
- Дементьев В.Е.** (2021). Модель интерференции длинных волн экономического развития // *Компьютерные исследования и моделирование*. Т. 13. №3. С. 649–663. DOI: 10.20537/2076-7633-2021-13-3-649-663
- Дементьев В.Е., Евсюков С.Г., Устюжанина Е.В.** (2020). О важности стратегического подхода при ценообразовании на рынках сетевых благ // *Журнал Новой экономической ассоциации*. № 2 (46). С. 57–71. DOI: 10.31737/2221-2264-2020-46-2-3
- Земцов С.М., Филиппов А.М.** (2009). Калибровка функций расходов и прибыли в модели частичного равновесия BEL-ASIM: теоретический аспект // *Вестник Полоцкого государственного университета. Серия D. Экономические и юридические науки*. № 4. С. 52–58.
- Киселёв С.В., Ромашкин Р.А., Белугин А.Ю.** (2022). Агропродовольственный экспорт России до 2030 г.: прогноз на основе модели частичного равновесия // *Журнал Новой экономической ассоциации*. № 4 (56). С. 69–90.
- Полтерович В.М.** (1990). Экономическое равновесие и хозяйственный механизм. М.: Наука. 256 с.
- Прокопьев М.Г.** (2015). Классификация и методические аспекты разработки моделей частичного равновесия // *Региональные проблемы преобразования экономики*. № 6 (56). С. 88–95; №7 (57). С. 83–91.

- Светлов Н.М.** (2002). На пути к новой концепции стоимости. М.: Издательство МСХА. 108 с.
- Светлов Н.М.** (2019а). Модели непараметрических границ производственных возможностей: опыт применения в сельском хозяйстве // *Вестник ЦЭМИ*. №1. Статья 5. 14 с. DOI: 10.33276/S265838870004477-7
- Светлов Н.М.** (2019б). Непараметрическая граница производственных возможностей в вычислимой модели частичного равновесия // *Экономика и математические методы*. Т. 55. №4. С. 104–116. DOI: 10.31857/S042473880006779-5
- Светлов Н.М., Буць В.И., Карачевская Е.В., Ленькова Р.К., Редько Д.В., Светлова Г.Н., Шафранская И.В., Шафранский И.Н.** (2020). Применение математических методов в управлении АПК Беларуси и России. М.: ЦЭМИ РАН. 177 с. DOI: 10.33276/978-5-8211-0782-4
- Светлов Н.М., Шишкина Е.А.** (2019). Инновационная модель частичного равновесия в приложении к анализу эффектов изменения климата // *Международный сельскохозяйственный журнал*. № 5. С. 58–60. DOI: 10.24411/2587-6740-2019-11587
- Britz W., Witzke P.** (eds.) (2014). *CAPRI model documentation 2014*. Bonn: Institute for Food and Resource Economics, University of Bonn. 277 p.
- Brown A., Deaton A.** (1972). Surveys in applied economics: models of consumer behavior. *The Economic Journal*, 82, 328, 1145–1236.
- Chantreuil F., Hanrahan K., Leeuwen M. van** (2012). *The future of EU agricultural markets by AGMEMOD*. Dordrecht: Springer. XVI, 128 p. DOI: 10.1007/978-94-007-2291-0
- Charnes A., Cooper W.W., Rhodes E.** (1978). Measuring the efficiency of decision making units. *European Journal of Operational Research*, 2, 429–444.
- Drud A.** (1992). CONOPT — a large-scale GRG code. *ORSA Journal on Computing*, 6, 207–216.
- Drud A.** (2023). CONOPT4. *GAMS – Documentation*. GAMS Development Corp., 1547–1581.
- Ermolieva T., Havlík P., Ermoliev Yu., Mosnier A., Obersteiner M., Leclère D., Khabarov N., Valin H., Reuter W.** (2016). Integrated management of land use systems under systemic risks and security targets: A stochastic global biosphere management model. *Journal of Agricultural Economics*, 67, 3, 584–601. DOI: 10.1111/1477-9552.12173
- Farrell M.J.** (1957). The measurement of productive efficiency. *Journal of Royal Statistical Society: Series A (General)*, 3, 253–290.
- Fock A., Weingarten P., Wahl O., Prokopiev M.** (2000). Russia's bilateral agricultural trade: First results of a partial equilibrium analysis. *Russia's Agro-food sector: Towards truly functioning markets* / P. Wehrheim et al. (eds.). Kluwer Academic Publishing, 271–197.
- Goldberger A.S., Gamaletsos T.** (1970). A cross-country comparison of consumer expenditure patterns. *European Economic Review*, 1, 357–400. DOI: 10.1016/0014-2921(70)90020-6
- Gstach D.** (1998). Another approach to data envelopment analysis in noisy environments: DEA+. *Journal of Productivity Analysis*, 9, 2, 161–176. DOI: 10.1023/A:1018312801700
- Houthakker H.S.** (1965). New evidence on demand elasticities. *Econometrica*, 33, 277–288.
- Huppmann D.** (2013). Endogenous shifts in OPEC market power — a Stackelberg oligopoly with fringe. *DIW Discussion Papers*, 1313. Berlin: German Institute for Economic Research. 26 p.
- Just R.E.** (2011). Behavior, robustness, and sufficient statistics in welfare measurement. *Annual Review of Resource Economics*, 3, 33–70. DOI: 10.1146/annurev-resource-040709-135125
- Kiselev S., Stokov A., Belugin A.** (2016). Projections of Russia's agricultural development under the conditions of climate change. *Studies on Russian Economic Development*, 5, 548–556. DOI: 10.1134/S1075700716050063
- Lee J.D., Hwang S., Kim T.Y.** (2005). The measurement of consumption efficiency considering the discrete choice of consumers. *Journal of Productivity Analysis*, 23, 65–83. DOI: 10.1007/s11123-004-8548-y

- Matsumoto M., Nishimura T.** (1998). Mersenne twister: A 623-dimensionally equidistributed uniform pseudorandom number generator. *ACM Transactions on Modeling and Computer Simulation*, 8 (1), 3–30. DOI: 10.1145/272991.272995
- Pollak R.A.** (1977). Price dependent preferences. *The American Economic Review*, 67, 2, 64–75.
- Ruhnau O., Bucksteeg M., Ritter D., Schmitz R., Böttger D., Koch M., Pöstges A., Wiedmann M., Hirth L.** (2022). Why electricity market models yield different results: Carbon pricing in a model-comparison experiment. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 153. Paper 111701. DOI: 10.1016/j.rser.2021.111701
- Savvidis G., Siala K., Weissbart C., Schmidt L., Borggreffe F., Kumar S., Pittel K., Madlener R., Hufendiek K.** (2019). The gap between energy policy challenges and model capabilities. *Energy Policy*, 125, 503–520. DOI: 10.1016/j.enpol.2018.10.033
- Svetlov N.M., Siptits S.O., Romanenko I.A., Evdokimova N.E.** (2019). The effect of climate change on the location of branches of agriculture in Russia. *Studies on Russian Economic Development*, 30, 4, 406–418. DOI: 10.1134/S1075700719040154
- Thompson R.G., Langemeier L.N., Lee C., Lee E., Thrall R.M.** (1990). The role of multiplier bounds in efficiency analysis with application to Kansas farming. *Journal of Econometrics*, 46, 93–108.

Экологические проблемы

В.К. Фальцман **Вопросы балансирования экономического роста с состоянием среды обитания** *Экономика и математические методы*, 2023, 59 (2), 112-121

В.К. Фальцман,

ИПЭИ РАНХиГС, Москва; e-mail: m975032@gmail.com

Аннотация. Статья посвящена фундаментальной проблеме экономического роста — каким условиям должен отвечать рост, чтобы обеспечить благосостояние быстро растущего населения мира и одновременно сохранить природную среду обитания для будущих поколений. Безусловным приоритетом роста мировой экономики в XXI в. должно стать сохранение среды обитания, включая климат. Для формализации природоохранного типа экономического роста в неявном виде предложена производственная функция, в которой выделен фактор сохранения среды обитания, сдерживающий рост. В целях замедления роста антропогенной нагрузки на среду обитания, наряду с природоохранными мерами и технологиями, по-видимому, предстоит вынужденное снижение темпов роста численности населения развивающихся стран и мира в целом. Нынешний быстрый рост населения должен быть сбалансирован с ресурсами жизнеобеспечения стран, в том числе — природными. Анализируются три концепции экономического роста: классическая — максимального роста, нулевого роста и предложенная в статье концепция сбалансированного роста, реализация которой предполагает верхний и нижний пределы роста. Рассмотрены необходимые предпосылки сбалансированного роста. Для сбалансированного роста населения развивающихся стран предстоит сократить их опасное отставание от стран развитого мира по индексу человеческого развития, обеспечив опережающий рост их ВВП на душу населения. Регулирование роста численности населения может стать объектом международного соглашения и, видимо, потребует дополнительной целевой международной помощи слаборазвитым странам.

Ключевые слова: экономический рост, численность населения, антропогенная нагрузка, индекс человеческого развития, международная помощь.

Классификация JEL: O44.

Для цитирования: Фальцман В.К. (2023). Вопросы балансирования экономического роста с состоянием среды обитания // *Экономика и математические методы*. Т. 59. № 2. С. 112–121. DOI:10.31857/S042473880025863-8

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Кузнец С.** (2004). Современный экономический рост: результаты исследования и размышления. В кн.: «Мировая экономическая мысль». Т. 5. «Всемирное признание. Лекции нобелевских лауреатов». Отв. ред. Г.Г. Фетисов. М.: Мысль. С. 106–124.
- Мюрдаль Г.** (2004). Проблема равновесия и ее роль в мировом развитии. В кн.: «Мировая экономическая мысль». Т. 5. «Всемирное признание. Лекции нобелевских лауреатов». Отв. ред. Г.Г. Фетисов. М.: Мысль. С. 189–214.
- Самуэльсон П.А.** (2004). Принципы максимума в экономическом анализе. В кн.: «Мировая экономическая мысль». Т. 5. «Всемирное признание. Лекции нобелевских лауреатов». Отв. ред. Г.Г. Фетисов. М.: Мысль. С. 87–106.]
- Солоу Р.** (2004). Теория роста и дискуссия о ней. В кн.: «Мировая экономическая мысль». Т. 5. «Всемирное признание. Лекции нобелевских лауреатов». Отв. ред. Г.Г. Фетисов. М.: Мысль. С. 574–593.
- Фальцман В.К.** (2020). Международная помощь беднейшим странам // *Мировая экономика и международные отношения*. Т. 64. № 8. С. 56–62.
- Фальцман В.К.** (2021). Регулирование антропогенной нагрузки на среду обитания // *Мировая экономика и международные отношения*. Том 65, №4. С. 14–20.
- Фальцман В.К.** (2022). Перспективы повышения индекса человеческого развития // *Мировая экономика и международные отношения*. Том 66, №9. С. 47–53.
- Фитуни Л.Л.** (2012). Африка: ресурсные войны XXI века на Африканском континенте // *Институт Африки РАН*. С. 248.
- Economic growth in the Future. The Growth Debate in National and Global Perspective (1976). Edison Electric Institute, McGraw-Hill Book Company, 82–134.
- Kuznets S.** (1971). Economic Growth of Nations: Total Output and Production Structure. Cambridge: Harvard University Press, 10–27.

* * *

В.Н. Ассаул, И.Е. Погодин **Об упрощениях решения транспортных задач с экологическим критерием** *Экономика и математические методы*, 2023, 59 (2), 122-127

В.Н. Ассаул,

Государственный университет аэрокосмического приборостроения, Санкт-Петербург; e-mail: vicvic21@yandex.ru

И.Е. Погодин,

Военно-морской политехнический институт ВУНЦ ВМФ «ВМА», Санкт-Петербург; e-mail: iepogodin@mail.ru

Авторы выражают искреннюю благодарность рецензенту за обстоятельный, конструктивный анализ работы, а также всему коллективу редколлегии и редакции ЭММ, своим добросовестным, оперативным трудом создавшим журналу авторитет и международное признание высокого научного уровня.

Аннотация. Проанализирована возможность пренебрежения штрафной составляющей при решении транспортной задачи (ТЗ) с экологическим критерием, когда наряду со сдельной оплатой назначаются фиксированные добавки, обусловленные фактом конкретной перевозки, а не объемом перевозимого груза (штрафы). Обнаружено, что в то время как пороговые отношения средних квадратических отклонений тарифов и штрафов в ТЗ с единственным оптимальным планом могут группироваться довольно плотно, в ТЗ с неединственным оптимальным планом их использование мало эффективно из-за большого разброса. Однако возможность применения предложенного авторами метода зацикливаний, когда многократно решается ТЗ, в которой к тарифам добавляются штрафы, деленные сначала на максимально допустимую перевозку, затем на план перевозки на предыдущем шаге, позволяет пренебречь штрафами, если зацикливание

завершается на первом шаге. Недостатком и причиной приближенного характера метода заикливания является возможное наличие других циклов с локальными минимумами. Рассмотрен метод исключений, когда для ТЗ с n поставщиками и m заказчиками исключаются клетки по убыванию штрафов при достаточности остающихся частей мощностей и емкостей. Распределение перевозок после $R=(nm - (n+m - 1))$ шагов позволяет не учитывать тарифов при выборе плана. Недостатком этого метода, равноценного распределению по минимальным затратам, являются затруднения при расстановке перевозок после R шагов исключений, сделанных в предположении насыщенного использования клеток.

Ключевые слова: транспортная задача, экологический критерий, тариф, штраф, оптимальный план, предельно допустимое значение.

Классификация JEL: C02, C44, C54, C65.

Для цитирования: **Ассаул В.Н., Погодин И.Е.** (2023). Об упрощениях решения транспортных задач с экологическим критерием // *Экономика и математические методы*. Т. 59. № 2. С. 122–127. DOI:10.31857/S042473880025864-9

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Ассаул В.Н., Погодин И.Е.** (2019). О транспортной задаче с экологическим критерием // *Экономика и математические методы*. Т. 55. № 2. С. 58–64. [**Assaul V.N., Pogodin I.E.** (2019). About the transport task with environmental criteria. *Economics and Mathematical Methods*, 55 (2), 58–64 (in Russian).]
- Ассаул В.Н., Погодин И.Е.** (2022). Об одном практическом способе решения транспортной задачи с «экологическим» критерием // *Вестник Бурятского государственного университета. Математика и информатика*. № 3. С. 3–13. [**Assaul V.N., Pogodin I.E.** (2022). On one practical way to solve the transport problem with an “environmental” criterion. *BSU bulletin. Mathematics, Informatics*. 3, 3–13 (in Russian).]
- Бирман И.Я.** (1968). Оптимальное программирование. М.: Экономика. 231с. [**Birman I.Ya.** (1968). *Optimal programming*. Moscow: Ekonomika. 231p. (in Russian).]
- Корбут А.А., Финкельштейн Ю.Ю.** (1969). Дискретное программирование. М.: Наука. 368 с. [**Korbut A.A., Finkelstein Yu.Yu.** (1969). *Discrete programming*. Moscow: Nauka. 368 p. (in Russian).]
- Поляк Р.А.** (1966). Об одной неоднородной транспортной задаче. В сб.: «Математические модели и методы оптимального планирования». Новосибирск: Наука. С.109-115. [**Polyak R.A.** (1966). On one heterogeneous transport problem. In: *Mathematical models and methods of optimal planning*. Novosibirsk: Nauka, 109–115 (in Russian).]
- Седова С.В., Лебедев С.С.** (1999). Решение одной задачи размещения с использованием узловых векторов разрешающих множителей // *Экономика и математические методы*. Т. 35. № 3. С. 116–121. [**Sedova S.V., Lebedev S.S.** (1999). Solution of one placement problem using nodal vectors of resolving factors. *Economics and Mathematical Methods*, 35 (3), 116–121 (in Russian).]
- Седова С.В., Лебедев С.С.** (2001). Метод узловых векторов целочисленного программирования. 2. Задачи специального вида. Препринт ЦЭМИ. WP/2000/094. 88 с. [**Sedova S.V., Lebedev S.S.** (2001). Nodal vector method for integer programming. 2. Problems of a special type. *CEMI preprint*. WP/2000/094. 88 p. (in Russian).]
- Сигал И.Х., Иванова А.П.** (2007). Введение в прикладное и дискретное программирование: модели и вычислительные алгоритмы. М.: Физматлит. С. 45–49. [**Sigal I.Kh., Ivanova A.P.** (2007). *Introduction to applied and discrete programming: Models and computational algorithms*. Moscow: Fizmatlit, 45–49 (in Russian).]
- Фролькис В.А.** (2002). Введение в теорию и методы оптимизации для экономистов. СПб: Питер. 320 с. [**Frolkis V.A.** (2002). *Introduction to the theory and methods of optimization for economists*. Saint Petersburg: Piter. 320 p. (in Russian).]

Хоанг Т. (1964). Вогнутое программирование при линейных ограничениях // *Доклады Академии наук СССР*. Т. 159. № 1. С. 32–35. [**Hoang T.** (1964). Concave programming under linear restrictions. *Proceedings of the USSR Academy of Sciences*, 159, 1, 32–35 (in Russian).]

Balinski M.L. (1961). Fixed cost transportation problem. *Naval Res. Log. Quart.*, 8, 1, 41–54.

Критика и библиография

В.Е. Дементьев **О монографии Макарова В.Л., Окрепилова В.В., Бахтизина А.Р. «Научные решения сложных экономических и социальных задач с помощью суперкомпьютеров»** М.: URSS. 2023. 416 с. ISBN 978-5-9710-6284-4 *Экономика и математические методы*, 2023, 59 (2), 128-130

В.Е. Дементьев,
ЦЭМИ РАН, Москва; e-mail: vedementev@rambler.ru

DOI 10.31857/S042473880025866-1