Том 62, № 3, 2026

Теоретические и методологические проблемы

А.В. Кудров, И.В. Тараканова, А.А. Афанасьев **Научное наследие Ю.Н. Гаврильца: математические методы в социально-экономическом моделировании**

А.В. Кудров,
к.ф.-м.н., ЦЭМИ РАН Москва; e-mail: kovlal@inbox.ru
И.В. Тараканова
научный сотрудник, ЦЭМИ РАН, Москва; e-mail: Itar4@mail.ru
А.А. Афанасьев,
д.э.н., ЦЭМИ РАН; Финансовый университет при Правительстве Российской Федерации, Москва; e-mail: aaafanasev@fa.ru.

Аннотация. В статье представлен обзор научного наследия выдающегося отечественного ученого, доктора экономических наук, профессора, главного научного сотрудника ЦЭМИ РАН Юрия Николаевича Гаврильца (1934–2026). Основное внимание уделяется разработанным им математическим методам и моделям для анализа и планирования социально-экономических систем. В основе его подхода всегда было системно-кибернетическое описание. В частности, при описании социальной системы Ю.Н. Гаврилец выделял три базовых составляющих: материально-энергетическая, информационно-вычислительная и морально-этическая. В нашей статье подробно рассматривается методология Ю.Н. Гаврильца апостериорного выявления дескриптивных критериев оптимальности (ДКО) на основе гипотезы о движении по градиенту, а также построение нормативных критериев оптимальности (НКО) в равновесно-оптимизационных моделях, включая утилитаристский и максиминный подходы к общественному благосостоянию. Особое внимание уделено его моделям формирования общественного мнения, учитывающим влияние социальных контактов, СМИ и механизмы подражательного поведения, включая интегральную модель идеологического противостояния и модель оптимизации ресурсов управления. Кроме того, рассматриваются результаты энтропийного анализа сложности экономических систем и проблемы управления в условиях растущей сложности, которые Ю.Н. Гаврилец представил в своих последних работах. Авторы подчеркивают непреходящую актуальность идей Ю.Н. Гаврильца.

Ключевые слова: социально-экономические системы, целевые функции, динамическое моделирование, критерий оптимальности, равновесие, общественное мнение, подражательное поведение, энтропия.

Классификация JEL: C02, C62, D58, D63.

УДК: 330.4, 330.5, 316.4.

Для цитирования: **Кудров А.В., Тараканова И.В., Афанасьев А.А.** (2026). Научное наследие Ю.Н. Гаврильца: математические методы в социально-экономическом моделировании // *Экономика и математические методы*. Т. 62. № 3. С.5 –21. DOI: 10.7868/S3034617726030013

Поступила в редакцию 22.03.2026

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Гаврилец Ю.Н. (2016). Сложность, управление и информация в социально-экономических системах // *Проблемы теории и практики управления*. № 12. С. 39–49. EDN: XDNHML. [**Gavrilets Yu.** (2016). Complexity, management and information in socio-economic systems. *Problems of Theory and Practice of Management*, 12, 39–49. EDN: XDNHML (in Russian).]

Гаврилец Ю.Н. (1974). *Социально-экономическое планирование. Системы и модели*. М.:

Экономика. [**Gavrilets Yu.N.** (1974). *Socio-economic planning. Systems and models*. Moscow: Ekonomika (in Russian).]

Гаврилец Ю.Н. (1983). *Целевые функции социально-экономического планирования*. М.: Экономика. [**Gavrilets Yu.N.** (1983). *Objective functions of socio-economic planning*. Moscow: Ekonomika (in Russian).]

Гаврилец Ю.Н. (2014). Компьютерная модель идеологического противостояния двух политических сил в обществе // *Экономика и математические методы*. Т. 50. № 3. С. 73–85. [**Gavrilets Yu.N.** (2014). A computer model of ideological confrontation between two political forces in society. *Economics and Mathematical Methods*, 50 (3), 73–85 (in Russian).]

Гаврилец Ю.Н., Офман Ю.П. (2009). Модель межрегионального рыночного взаимодействия без обмена трудовыми ресурсами // *Montenegrin Journal of Economics*. № 10. С. 7–15. [**Gavrilets Yu.N., Ofman Yu.P.** (2009). Modeling the inter-regional market acting independently of the labor resources interchange. *Montenegrin Journal of Economics*, 10, 7–15 (in Russian).]

Гаврилец Ю.Н., Офман Ю.П. (2012). Компьютерное моделирование формирования социально-этической структуры. В сб.: "*Математическое и компьютерное моделирование социально-экономических процессов*". Вып. 5. М.: ЦЭМИ РАН. [**Gavrilets Yu.N., Ofman Yu.** (2012). Computer modeling of the formation of a socio-ethical structure. In: "*Mathematical and Computer Modeling of Socio-Economic Processes"* (Issue 5). Moscow: CEMI RAS (in Russian).]

Гаврилец Ю.Н., Тараканова И.В. (2018). Компьютерный анализ качественных особенностей формирования социально-идеологической структуры социума // *Экономические и социальные перемены. Факты, тенденции, прогноз.* Т. 11. № 1. С. 116–131. [**Gavrilets Yu.N., Tarakanova I.V.** (2018). Computer analysis of qualitative features of the formation of the socio-ideological structure of society. *Economic and Social Changes. Facts, Trends, Forecast*, 11 (1), 116–131 (in Russian).]

Гаврилец Ю.Н., Тараканова И.В. (2021). Модель изменения индивидуальных мнений в группе под влиянием межличностных контактов и внешних факторов // *Экономика и математические методы*. Т. 57. № 1. С. 92–104. [**Gavrilets Yu.N., Tarakanova I.V.** (2021). A model of changes in individual opinions in a group under the influence of interpersonal contacts and external factors. *Economics and Mathematical Methods*, 57 (1), 92–104 (in Russian).]

Гаврилец Ю.Н., Тараканова И.В. (2023). Опыт статистического и энтропийного анализа взаимосвязей информационных и производственных отраслей региональной экономики России // *Экономика и математические методы*. Т. 59. № 4. С. 71–85. [**Gavrilets Yu.N., Tarakanova I.V.** (2023). An experience of statistical and entropy analysis of interrelations between information and manufacturing industries in the regional economy of Russia. *Economics and Mathematical Methods*, 59 (4), 71–85 (in Russian).]

Гаврилец Ю.Н., Чекмарева Е.А. (2010). Моделирование равновесного функционирования экономики в Северо-Западном федеральном округе // *Экономические и социальные перемены: факты, тенденции, прогноз*. № 4 (12). С. 107–117. EDN: NDLEOJ. [**Gavrilets Yu.N., Chekmareva E.A.** (2010). Modeling the equilibrium functioning of the economy in the Northwestern Federal District. *Economic and Social Changes: Facts, Trends, Forecast*, 4 (12), 107–117. EDN: NDLEOJ (in Russian).]

Карлин С. (1964). *Математические методы в теории игр, программировании и экономике*. М.: Мир. [**Karlin S.** (1964). Mathematical methods in game theory, programming and economics. Moscow: Mir (in Russian).]

Никайдо Х. (1972). *Выпуклые структуры и математическая экономика*. М.: Мир. [**Nikaido H.** (1972). *Convex structures and mathematical economics*. Moscow: Mir (in Russian).]

Рашевский Н. (1966). Две модели: подражательное поведение и распределение статуса. В кн.: «*Математические методы современной буржуазной социологии*». М.: Мир. [**Rashevsky N.** (1966). Two models: Imitative behavior and status distribution. In: *Mathematical methods of modern bourgeois sociology*. Moscow: Mir (in Russian).]

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

Debreu G. (1959). *Theory of value: An axiomatic analysis of economic equilibrium.* New Haven: Yale University Press.

Rawls J. (1971). *A theory of justice*. Cambridge: Harvard University Press.

* * *

Н.И. Курышев **Экономический кругооборот и цены производства: материальный механизм формирования цен в модели «затраты–выпуск» В.В. Леонтьева (часть 1)**

Н.И. Курышев,

к.э.н., Тюменский индустриальный университет, Тюмень; e-mail: klaus1776@gmail.com

Аннотация. Построение многополярной экономики подразумевает дифференциацию и усложнение экономической политики, требующих более точных методов макроэкономического анализа, чем имеющиеся сегодня. Современное макроэкономическое регулирование основывается на системе национальных счетов, восходящей к модели «затраты–выпуск» В.В. Леонтьева. Анализ «затраты–выпуск» исходит из возможности измерения выпусков и затрат в натуральном выражении. На практике исследователь сталкивается с двумя серьезными трудностями: 1) величины, которыми оперирует модель, являются агрегатами, объединяющими разнородные объекты, прямое количественное сравнение которых невозможно; 2) бухгалтерская отчетность, служащая первичным источником информации для модели, оперирует не натуральными, а стоимостными показателями, из-за чего ее нельзя непосредственно использовать в данной модели. Эти трудности фактически нивелируют преимущества структурного анализа производства, существенно ограничивая точность современных методов регулирования. В статье излагаются физические принципы и математическая модель взаимосвязи относительных цен и состава выпуска в модели Леонтьева, в перспективе открывающие недоступные до сих пор возможности эмпирического исследования экономики и создания высокоточных методов макроэкономического анализа и прогнозирования.

Ключевые слова: метод «затраты–выпуск», проблема агрегирования, теория стоимости, теория капитала, кембриджский спор о капитале.

Классификация JEL: C67, D46.

УДК: 330.44, 330.42.

Для цитирования: **Курышев Н.И.** (2026). Экономический кругооборот и цены производства: материальный механизм формирования цен в модели «затраты–выпуск» В.В. Леонтьева (часть 1) // *Экономика и математические методы*. Т. 62. № 3. С. 22–33. DOI: 10.7868/S3034617726020021

Поступила в редакцию 14.07.2025

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Баранов Э.Ф., Пионтковский Д.И., Старицына Е.А. (2019). Методологические проблемы использования метода структурной декомпозиции в модели «затраты–выпуск» на

современном этапе // *Проблемы прогнозирования*. № 2. С. 27–36. [**Baranov E.F., Piontkovskiy D.I., Staritsyna E.A.** (2019). Methodological problems of using the structural decomposition method in the input-output model at the present stage. *Studies on Russian Economic Development*, 2, 27–36 (in Russian).]

Гусев М.С., Широв А.А., Ползиков Д.А., Янтовский А.А. (2018). Глобальные тенденции изменения структуры производства и доходов в мире и России // *Проблемы прогнозирования*. № 6. С. 38–50. [**Gusev M.S., Shirov A.A., Polzikov D.A., Yantovskiy A.A.** (2018). Global trends in the production and income structure in the world and Russia. *Studies on Russian Economic Development*, 6, 38–50 (in Russian).]

Ивантер В.В. (2018). Роль межотраслевого баланса в макроэкономическом анализе и прогнозировании // *Проблемы прогнозирования*. № 6. С. 3–6. [**Ivanter V.V.** (2018). The role of intersectoral balance in macroeconomic analysis and forecasting. *Studies on Russian Economic Development*, 6, 3–6 (in Russian).]

Клоппер А. (2018). *В чем важность таблиц «затраты–выпуск»?* Пер. с англ. М.: ИНП РАН. Режим доступа: https://ecfor.ru/publication/v-chem-vazhnost-tablits-zatraty-vypusk-2/ [**Klopper A.** (2018). *Why are input-output tables important?* Transl. from the English. Moscow: INP RAS. Available at: https://ecfor.ru/publication/v-chem-vazhnost-tablits-zatraty-vypusk-2 (in Russian).]

Коэн А., Харкурт Дж. (2009). Судьба дискуссии двух Кембриджей о теории капитала // *Вопросы экономики*. № 8. С. 4–27. [Cohen A.J., Harcourt J.C. (2009). The fate of the two Cambridge controversions on capital theory. *Voprosy Ekonomiki*, 8, 4–27 (in Russian).]

Крылова Л.В. (2021). Трансформации мировой валютно-финансовой системы в направлении полицентризма и регионализации // *Экономика. Налоги. Право*. Т. 14. № 5. С. 39–50. [**Krylova L.V.** (2021). Transformations of the global monetary and financial system towards polycentrism and regionalization. *Economics, Taxes & Law,* 14, 5, 39–50 (in Russian).]

Кубасова Т.И., Чепинога О.А. (2023). К вопросу о многополярности и трансформации системы международных расчетов // *Известия Байкальского государственного университета*. Т. 33. № 2. С. 289–299. [**Kubasova. T.I. Chepinoga O.A.** (2023). On the, of multipolarity and transformation of the international payment system. *Bulletin of Baikal State University*, 33, 2, 289–299 (in Russian).]

Кузнецов А.В. (2016). Глобальные дисбалансы и геофинансовые риски России // *Экономика. Налоги. Право*. № 3. С. 51–57. [**Kuznetsov A.V.** (2016). Global imbalances and geo-finance risks in Russia. *Economics, Taxes & Law*, 3, 51–57 (in Russian).]

Кузнецов А.В. (2019). Проблемы формирования многополярной финансовой системы в условиях централизации глобального капитала // *Мир новой экономики*. № 13 (2). С. 70–79. [**Kuznetsov A.V.** (2019). The problems of forming a multipolar financial system in the context of the global capital centralization. *The World of New Economy*, 13 (2), 70–79 (in Russian).]

Курц Х.Д., Сальвадори Н. (2004). *Теория производства: долгосрочный анализ*. Учеб. пособие. Пер. с англ. под ред. И.И. Елисеевой. М.: Финансы и статистика. 632 с. [**Kurz H., Salvadori N.** (2004). *Theory of production: A long-period analysis*: Textbook. Transl. from the English. I.I. Eliseeva (ed.). Moscow: Financi i Statistika (Finance and Statistics). 632 p. (in Russian).]

Лазарини А. (2010). О некоторых нерешенных вопросах кембриджских дебатов о капитале // *Финансы и бизнес.* Т. 5. № 2. С. 4–24. [**Lazarini A.** (2010). On some unresolved, issues of the Cambridge controversy on capital. *Finance and Business*, 5, 2, 4–24 (in Russian).]

Медведев Р., Медведев Ж. (2009). Конец глобализации и новый многополярный мир // *ЭКО*.

12 (426). С. 2–13. [**Medvedev R., Medvedev Zh.** (2009). The end of globalization and the new multipolar world. *ECO Journal*, 12 (426), 2–13 (in Russian).]

Михеева Н. (2011). Таблицы «затраты–выпуск»: новые возможности экономического анализа. // *Вопросы экономики*. 7:140–148. DOI: 10.32609/0042-8736-2011-7-140-148 [**Mikheeva N.** (2011). Input-output tables: New opportunities for economic analysis. *Voprosy Elonomiki*, 7, 140–148. DOI: 10.32609/0042-8736-2011-7-140-148 (in Russian).]

Моисеев Н.А., Внуков И.А. (2024). Моделирование ценовой политики отраслей в рамках методологии межотраслевого баланса // *Вестник Российского экономического университета имени Г.В. Плеханова*. Т. 21. № 1 (133). С. 40–55. DOI: 10.21686/2413-2829-2024-1-40-55 [**Moiseev N.A., Vnukov I.A.** (2024). Simulation of the pricing policy of industries within the framework of the intersectoral balance methodology. *Vestnik of the Plekhanov Russian University of Economics*, 21, 1 (133), 40–55. DOI: 10.21686/2413-2829-2024-1-40-55 (in Russian).]

Моисеев Н.А., Внуков И.А. (2025). Прогнозирование экономических показателей отраслей в условиях шоков на примере российских данных // *Проблемы прогнозирования*. № 2 (209). С. 49–59. [**Moiseev N.A., Vnukov I.A.** (2025). Forecasting of economic indicators of industries in the context of shocks using Russian data as an example. *Studies on Russian Economic Developmen*, 2 (209), 49–59 (in Russian).]

Моисеев Н.А., Внуков И.А., Ребека Е.Е., Саргсян К.Г. (2025). Моделирование динамики оплаты труда различных специальностей средствами методологии межотраслевого баланса // *Экономика и математические методы*. Т. 61. № 1. С. 45–55. DOI: 10.31857/S0424738825010054 [**Moiseev N.A., Vnukov I.A., Rebeka E.E., Sargsyan K.G.** (2025). Simulation of the dynamics of remuneration for various specialties using the methodology of intersectoral balance. *Economics and Mathematical Methods*, 61, 1, 45–55. DOI: 10.31857/S0424738825010054 (in Russian).]

Новоселов А.С., Фалеев А.В. (2023). Трансформация валютно-финансовых инструментов рынка в условиях регионализации мировой экономики // *Пространственная экономика.* Т. 19. № 1. С. 168—186 [**Novoselov A.S., Faleev A.V.** (2023). Transformation of monetary and financial tools of the market in the context of the global economy regionalization. *Spatial Economics*, 19, 1, 168–186 (in Russian).]

Пикетти Т. (2015). *Капитал в XXI веке*. М.: Ад Маргинем Прес. 592 с. [**Piketty T.** (2015). *Capital in the 21st century*. Moscow: Ad Marginem Press. 592 p. (in Russian).]

Сраффа П. (1999). *Производство товаров посредством товаров (прелюдия к критике экономической теории).* М.: Юнити. 159 с. [**Sraffa P.** (1999). *Production of commodities by means of commodities: Prelude to a critique of economic theory N. Sraffa*. Transl. from English. Moscow: Unity. 159 p. (in Russian).]

Стрижкова Л.А., Куранов Г.О. (2021). Потенциалы и ограничения инструментария «затраты–выпуск» (к 60-летнему юбилею статистических работ в области межотраслевых исследований на пространстве СНГ) // *Мир новой экономики*. Т. 15. № 1. С. 60–74. DOI: 10.26794/2220-6469-2021-15-1-60-74 [**Strizhkova L.A. Kuranov G.O.** (2021). Potentials and limitations of the input-output tools (to mark the 60th anniversary of statistical works in the field of intersectoral research in the CIS space). *The World of New Economy*, 15 (1), 60–74. DOI: 10.26794/2220-6469-2021-15-1-60-74 (in Russian).]

Широв А.А. (2018). Использование таблиц «затраты–выпуск» для обоснования решений в области экономической политики // *Проблемы прогнозирования*. 6. С. 12–25. [**Shirov A.A.** (2018). The use of input-output tables to justify solutions in the field of economic policy. *Studies on Russian Economic Development*, 6, 12–25 (in Russian).]

Birner J. (2002). *The Cambridge controversies in capital theory.* London: Routledge. xviii; 206 p.

DOI: 10.4324/9780203416686
Cornish S., Hawkins J. (2022). Some Cambridge controversies in the theory of capital. Fiftieth anniversary edition By Geoffrey Harcourt Cambridge, UK, Cambridge University Press. 330 p.
Kurz H., Salvadori N. (2000). “Classical” roots of input-output analysis: A short account of its Long prehistory. *Economic Systems Research,* 12, 153–179. DOI: 10.1080/09535310050005671
Kurz H., Salvadori N. (2006). Input-output analysis from a wider perspective: A comparison of the early works of Leontief and Sraffa. *Economic Systems Research,* 18, 373–390. DOI: 10.1080/09535310601020959
Leontief W. (1928). Die Wirtschaft als Kreislauf. *Archiv für Sozialwissenschaft und Sozialpolitik*, 60, 577–623.
Leontief W. (1971). Theoretical assumptions and nonobserved facts. *The American Economic Review,* 61 (1), 1–7. Available at: http://www.jstor.org/stable/1910537
Moiseev N. (2025). Is monopoly truly effective for producers? *Journal of Economic Studies,* 52 (5), 983–1006. DOI: 10.1108/JES-03-2024-0129
Neumann J. von (1937). Ube rein okonomisches Gleichungssystem und eine Verallgemeinerung des Brouwerschen Fixpunktsatzes. E*rgebnisse eines mathematischen Kolloquiums*, 8, 73–83.
Neumann J. von (1945). A Model of General Economic Equilibrium. *Review of Economic Studies*, 13, 1–9. English translation of Neumann von (1937).
Sraffa P. (1926). The laws of returns under competitive conditions. *Economic Journal*, 36 (144), 535–550.

Народнохозяйственные проблемы

В.Л. Макаров, Н.А. Останина, А.Р. Бахтизин, М.С. Вареник, В.Г. Новиков **Агент-ориентированное моделирование для оценки достижимости целей демографической политики**

В.Л. Макаров,
академик РАН, научный руководитель ЦЭМИ РАН, Москва; ORCID: 0000-0002-2802-2100; e-mail: makarov@cemi.rssi.ru
Н.А. Останина,
канд. социол. наук, Комитет Государственной думы Федерального собрания Российской Федерации по защите семьи, вопросам отцовства, материнства и детства; ЦЭМИ РАН; Москва; e-mail: ostanina@duma.gov.ru
А.Р. Бахтизин,
член-корр. РАН, ЦЭМИ РАН, Москва; ORCID: 0000-0002-9649-0168; e-mail: albert.bakhtizin@gmail.com
М.С. Вареник,
канд. социол. наук, заместитель директора Высшей школы государственного администрирования МГУ им. М.В. Ломоносова, Москва; ORCID: 0000-0003-0351-2557; e-mail: msvarenik@anspa.ru
В.Г. Новиков,
д.э.н., профессор, член-корр. РАН, ФГБОУ ВО «Российский государственный социальный университет»; ЦЭМИ РАН; Москва; ORCID: 0000-0002-3198-4108; e-mail: v.g.novikov@bk.ru

Аннотация. В статье рассматривается агент-ориентированная модель демографической системы России. Описывается архитектура модели, программные классы и приводятся ее базовые характеристики. Разработанный агент-ориентированный симулятор, или искусственное общество, представляет собой совокупность автономных агентов, которые принимают решения о рождении детей с учетом индивидуальных характеристик, а также под

воздействием комплекса государственных мер поддержки. Модель была апробирована на исторических данных 2010–2023 гг. и продемонстрировала способность воспроизводить основные демографические процессы, в том числе динамику суммарного коэффициента рождаемости. С использованием построенного симулятора в ходе модельных экспериментов была произведена оценка эффективности различных мер поддержки семей, включая финансовые выплаты, жилищные программы и т.д. Были рассмотрены несколько сценариев достижения целевых показателей демографической политики, в том числе оценена возможность увеличения суммарного коэффициента рождаемости до значений 1,6 и 1,8, обозначенных в Указе Президента РФ. Один из результатов моделирования заключается в том, что достижение обозначенных целевых значений возможно только при одновременной реализации большого пакета мер. Полученные в ходе моделирования результаты позволяют уточнить параметры демографической политики и выявить меры, которые обладают наибольшим потенциалом для достижения целей демографической политики. Модель может использоваться в качестве инструмента для обоснования решений в области семейной политики и стратегического планирования.
Ключевые слова: агент-ориентированное моделирование, демографическая политика, семейная политика, демографическое прогнозирование, искусственные общества, социально-экономическое моделирование.
Классификация JEL: C63, D91.
УДК: 330.47.
Для цитирования: **Макаров В.Л., Останина Н.А., Бахтизин А.Р., Вареник М.С., Новиков В.Г.** (2026). Агент-ориентированное моделирование для оценки достижимости целей демографической политики // *Экономика и математические методы*. Т. 62. № 3. С.34–50. DOI: 10.7868/S3034617726030039
Поступила в редакцию 28.11.2025

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Бахтизин А.Р. (2024). Урбанизация и вопросы пространственного развития // *Научные труды Вольного экономического общества России*. № 6 (250). С. 69–88. DOI: 10.38197/2072-2060-2024-250-6-69-88 [**Bakhtizin A.R.** (2024). Urbanization and issues of spatial development. *Scientific Works of the Free Economic Society of Russia*, 6 (250), 69–88. DOI: 10.38197/2072-2060-2024-250-6-69-88 (in Russian).]

Бахтизин А.Р., Макаров В.Л., Максаков А.А., Сушко Е.Д. (2021). Демографическая агент-ориентированная модель России и оценка ее применимости для решения практических управленческих задач // *Искусственные общества*. Т. 16. Вып. 2. Режим доступа: https://artsoc.jes.su/s207751800015357-1-1 DOI: 10.18254/S207751800015357-1 [**Bakhtizin A.R., Makarov V.L., Maksakov A.A., Sushko E.D.** (2021). Demographic agent-based model of Russia and assessment of its applicability for solving practical policy tasks. *Artificial Societies*, 16, 2. Available at: https://artsoc.jes.su/s207751800015357-1-1 DOI: 10.18254/S207751800015357-1 (in Russian).]

Макаров В.Л., Бахтизин А.Р., Луо Хуа, Ву Цзе, Ву Зили, Сидоренко М.Ю. (2023). Долгосрочное демографическое прогнозирование // *Вестник Российской академии наук*. Т. 93. № 1. С. 21–35. DOI: 10,31857/S0869587323010048 [**Makarov V.L., Bakhtizin A.R., Luo H., Wu J., Wu Z., Sidorenko M.Yu.** (2023). Long-term demographic forecasting. *Herald of the Russian Academy of Sciences*, 93, 1, 21–35. DOI: 10.31857/S0869587323010048 (in Russian).]

Макаров В.Л., Нигматулин Р.И., Ильин Н.И., Бахтизин А.Р., Сушко Е.Д., Сидоренко М.Ю. (2022). Цифровой двойник (искусственное общество) социально-

экономической системы России — платформа для экспериментов в сфере управления демографическими процессами // *Экономические стратегии*. № 2 (182). С. 6–19. DOI: 10.33917/es-2.182.2022.6-19 [**Makarov V.L., Nigmatulin R.I., Ilyin N.I., Bakhtizin A.R., Sushko E.D., Sidorenko M.Yu.** (2022). Digital twin (artificial society) of Russia's socio-economic system as a platform for experiments in demographic governance. *Economic Strategies*, 2 (182), 6–19. DOI: 10.33917/es-2.182.2022.6-19 (in Russian).]

Benenson I., Orner I., Hatna E. (2011). Agent-based modeling of householders' migration. *Behavior and Its Consequences*. DOI: 10.1007/978-3-7908-2715-6_6

Billari F.C., Prskawetz A. (eds.) (2003). *Agent-based computational demography: Using simulation to improve our understanding of demographic behaviour*. Heidelberg: Springer Verlag. 210 p.

Billari F.C., Prskawetz A., Diaz B.A., Fent T. (2007). The "wedding-ring": An agent-based marriage model based on social interaction. *Demographic Research*, 17, Article 3, 59–82.

Diaz B.A. (2010). *Agent-based models on social interaction and demographic behavior.* Dissertation. Wien: Technische Universität. 93 p. Available at: reposiTUm. http://hdl.handle.net/20.500.12708/159817.

Dosi G., Freeman R.B., Pereira M.C., Roventini A., Virgillito M.E. (2021): The impact of deunionization on the growth and dispersion of productivity and pay. *Industrial and Corporate Change*, 30, 2, April, 377–408. DOI: 10.1093/icc/dtaa025

Fagiolo G., Roventini A. (2017). Macroeconomic policy in DSGE and agent-based models redux: New developments and challenges ahead. *Journal of Artificial Societies and Social Simulation*, 20(1). DOI: 10.18564/jasss.3280

Kant J., Ballot G., Goudet O. (2020). WorkSim: An agent-based model of labor markets. *Journal of Artificial Societies and Social Simulation*, 23 (4), 4. Available at: http://jasss.soc.surrey.ac.uk/23/4/4.html. DOI: 10.18564/jasss.4396

Kindler A., Golo N., Solomon S. (2016): Stochastic agent-based simulation of the role of labor in the Economy. In: Th. Ciza (ed.). *Complex systems, sustainability and innovation*. London: IntechOpen Ltd. DOI: 10.5772/64698

Makarov V.L., Bakhtizin A.R., Epstein J.M. (2022a). Agent-based modeling for a complex world. Part 1. *Economics and Mathematical Methods*, 58, 1, 5–26. DOI: 10.31857/S042473880018970-6 [**Makarov V.L., Bakhtizin A.R., Epstein J.M.** (2022a). Agent-based modeling for a complex world. Part 1 // *Экономика и математические методы*. Т. 58. № 1. С. 5–26. DOI: 10.31857/S042473880018970-6 (на англ. яз.).]

Makarov V.L., Bakhtizin A.R., Epstein J.M. (2022b). Agent-based modeling for a complex world. Part 2. *Economics and Mathematical Methods*, 58, 2, 7–21. DOI: 10.31857/S042473880020009-8 [**Makarov V.L., Bakhtizin A.R., Epstein J.M.** (2022b). Agent-based modeling for a complex world. Part 2 // *Экономика и математические методы*. Т. 58. № 2. С. 7–21. DOI: 10.31857/S042473880020009-8 (на англ. яз.).]

Neugart M., Richiardi M. (2018). Agent-based models of the labor market. In: S.-H. Chen et al. (eds.). *The Oxford Handbook of Computational Economics and Finance.* Oxford Handbooks. Online edn, Oxford Academic, 5 Feb. 2018. DOI: 10.1093/oxfordhb/9780199844371.013.24

Silverman E., Bijak J., Hilton J., Cao V.D., Noble J. (2013). When demography met social simulation: A tale of two modelling approaches. *Journal of Artificial Societies and Social Simulation (JASSS)*, 16 (4), Article 9. Available at: http://jasss.soc.surrey.ac.uk/16/4/9.html

Silverman E., Bijak J., Noble J., Cao V., Hilton J. (2014). Semi-artificial models of populations: Connecting demography with agent-based modelling. In: S.-H. Chen et al. (eds.). Advances in Computational Social Science. *The Fourth World Congress, Agent-Based Social Systems*, 11, 177–189. Springer (Japan). DOI: 10.1007/978-4-431-54847-8_12

UNECE (2025). *Mean age of women at birth of first child*. United Nations Economic Commission for Europe. Available at: https://w3.unece.org/PXWeb/en/Table?IndicatorCode=34

World Population Review (2025). *Average age of having first child by country*. Available at: https://worldpopulationreview.com/country-rankings/average-age-of-having-first-child-by-country

Yu J.M., Cho S.B. (2015). Modeling and analysis of agent-based labor market. In: *10th International Conference on Soft Computing Models in Industrial and Environmental Applications*. *Advances in Intelligent Systems and Computing*, 368. Cham: Springer. DOI: 10.1007/978-3-319-19719-7_19

Финансовые проблемы

З.К. Омарова, А.А. Короваевич **Шоки денежно-кредитной политики: оценка влияния и трансмиссии на денежный рынок**

З.К. Омарова,
д.э.н., доцент, ЦЭМИ РАН; Финансовый университет при Правительстве Российской Федерации, Москва;
e-mail: zkomarova@fa.ru
А.А. Короваевич,
бакалавр, Финансовый университет при Правительстве Российской Федерации, Москва; e-mail: korovaevich@gmail.com

Аннотация. В рамках статьи проведен анализ шоков денежно-кредитной политики и степени их влияния на денежный рынок России, фокусируясь на взаимосвязи между фактором траектории ключевой ставки как одного из важных инструментов денежно-кредитного регулирования и индикаторов денежного рынка, наиболее релевантно отражающих ожидания участников рынка (в условиях отсутствия полных данных по альтернативным инструментам денежного рынка). Объектом исследования выступает инструментарий денежного рынка, отражающий краткосрочные ожидания участников рынка по процентным ставкам. Предмет исследования — изменения ключевой ставки Банка России. В условиях ограниченной доступности полноценных данных об альтернативных инструментах денежного рынка в работе используется фактор траектории ключевой ставки — как интегральный индикатор направления и силы монетарного импульса. Методическая база исследования включает методы кластерного анализа и эконометрического моделирования на основе нелинейной полиномиальной регрессии, что позволяет выявить возможную нелинейность в реакции ставок денежного рынка на шоки денежно-кредитной политики и выделить режимы «нормального» и атипичного поведения рынка. На основе сравнительного анализа фактических решений монетарного регулятора и рыночных ожиданий оценивается предсказуемость (последовательность) денежно-кредитной политики и степень информационной согласованности между действиями центрального банка и участников финансового рынка. Полученные результаты эмпирически подтверждают статистически значимое влияние шоков денежно-кредитной политики на динамику краткосрочных ставок и ожиданий участников рынка. Высокая корреляция между изменениями ключевой ставки и индикаторами денежного рынка свидетельствует о достаточной прозрачности и эффективности коммуникации Банка России, тогда как выявленные существенные расхождения между ожиданиями участников рынка и фактическими действиями регулятора интерпретируются как периоды усиления неопределенности и перераспределения премий за риск. Сформулированные выводы обладают прикладным значением для совершенствования практики коммуникации регулятора и дальнейшего совершенствования инструментов денежно-кредитной политики.

Ключевые слова: монетарная политика; денежный рынок; шоки денежно-кредитной

политики.

Классификация JEL: E43; E44; E52; E58; G12.
УДК: 336.74.
Для цитирования: **Омарова З.К., Короваевич А.А.** (2026). Шоки денежно-кредитной политики: оценка влияния и трансмиссии на денежный рынок // *Экономика и математические методы*. Т. 62. № 3. С. 51–61. DOI: 10.7868/S3034617726030047
Поступила в редакцию 28.06.2025

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Банк России (2024). *Основные направления единой государственной денежно-кредитной политики на 2025 год и период 2026 и 2027 годов*. Режим доступа: https://cbr.ru/Content/Document/File/164702/on_2025 (2026–2027).pdf [Bank of Russia (2024). Guidelines for the Single State Monetary Policy for 2025 and the Period 2026–2027. [Electronic resource]. Available at: https://cbr.ru/Content/Document/File/164702/on_2025 (2026–2027).pdf (in Russian).]

Зоидов К.Х., Урунов А.А., Аскари С., Морозова И.М. (2022). Трансмиссионный механизм денежно-кредитной политики и регулирующая функция Центрального банка как инструмент монетарной политики государства // *Региональные проблемы преобразования экономики*. № 3 (137). С. 145–154. [**Zoidov K.Kh., Urunov A.A., Askari S., Morozova I.M.** (2022). The transmission mechanism of monetary policy and the regulatory function of the Central Bank as a tool of the monetary policy of the state. *Regional Problems of Transforming the Economy*, 3 (137), 145–154 (in Russian).]

Кузнецова Л.Г. (2015). Трансмиссионный механизм денежно-кредитной политики // *Деньги и кредит.* № 6. С. 73–75. [**Kuznetsova L.G.** (2015). Transmission mechanism of monetary policy. *Russian Journal of Money and Finance*, 6, 73–75 (in Russian).]

Макаров В.Л., Афанасьев А.А., Лосев А.А. (2011). Вычислимая имитационная модель денежного обращения российской экономики // *Экономика и математические методы.* Т. 47. № 1. С. 3–27. [**Makarov V.L., Afanasyev A.A., Losev A.A.** (2011). Computable simulation model of money circulation in the Russian economy. *Economics and Mathematical Methods*, 47, 1, 3–27 (in Russian).]

Могилат А.Н. (2017). Обзор основных каналов трансмиссионного механизма денежно-кредитной политики и инструментов их анализа в Банке России // *Деньги и кредит.* № 9. С. 3–9. [**Mogilat A.N.** (2017). Review of the main channels of the transmission mechanism of monetary policy and instruments of their analysis in the Bank of Russia. *Russian Journal of Money and Finance*, 9, 3–9 (in Russian).]

Пашковская И.В. (2003). Трансмиссионный механизм денежно-кредитного регулирования. *Банковские услуги.* № 8. С. 4–40. [**Pashkovskaya I.V.** (2003). Transmission mechanism of monetary regulation. *Banking Services*, 8, 4–40 (in Russian).]

Пестова А.А., Мамонов М.Е. (2016). Оценка влияния различных шоков на динамику макроэкономических показателей в России и разработка условных прогнозов на основе BVAR-модели российской экономики // *Экономическая политика*. Т. 11. № 4. С. 56–92. [**Pestova A.A., Mamonov M.E.** (2016). Assessing the impact of various shocks on the dynamics of macroeconomic indicators in Russia and developing conditional forecasts based on the BVAR model of the Russian economy. *Economic Policy*, 11, 4, 56–92 (in Russian).]

Brubakk L., Ellen ter S., Xu Hong. (2017). Forward guidance through interest rate projections: Does it work? *Norges Bank Working Paper*, 6. ISBN 978-82-7553-972-2. Available at: https://www.econstor.eu/bitstream/10419/210116/1/nb-wp2017-06.pdf

Caranza C., Fazio A. (1983). Methods of monetary control in Italy the political economy of monetary policy: National and international aspects. *Conference Series*, 26, 65–92.

Federal Reserve (2021). *The fed explained: What the central bank does.* Washington (D.C.): Board of Governors of the Federal Reserve System. DOI: 10.17016/0199-9729.11

FOMC (2024). Statement on longer-run goals and monetary policy strategy. Federal Open Market Committee. Available at: https://www.federalreserve.gov/monetarypolicy/files/FOMC_longerrungoals.pdf

Friedman B.M. (2008). Why a dual mandate is right for monetary policy. *International Finance*, 11, 153–165. DOI: 10.1111/j.1468–2362.2008.01220.x

Gertler M., Karadi P. (2015). Monetary policy surprises, credit costs and economic activity. *American Economic Journal: Macroeconomics*, 7 (1), 44–76. DOI: 10.1257/mac.20130329

Gürkaynak R.S., Sack B.P., Swanson E.T. (2004). Do actions speak louder than words? The response of asset prices to monetary policy actions and statements. *International Journal of Central Banking*, 1, 55–93. DOI: 10.2139/ssrn.633281

Jarociński M., Karadi P. (2018). Deconstructing monetary policy surprises: The role of information shocks. *CEPR Working Paper*, 12765. DOI: 10.1257/mac.20180090

Kuttner K.N. (2001). Monetary policy surprises and interest rates: evidence from the fed funds futures market. *Journal of Monetary Economics*, 47, 3, 523–544.

Nakamura E., Steinsson J. (2018). High frequency identification of monetary non-neutrality: The information effect. *Quarterly Journal of Economics*, 133, 3, 1283–1330.

Rogers J., Scotti C., Wright J.H. (2018). Unconventional monetary policy and international risk premia. *Journal of Money, Credit and Banking*, 50, 8, 1827–1858.

Swanson E. (2018). Measuring the effects of Federal Reserve forward guidance and asset purchases on financial markets. *NBER Working Paper*, 23311. DOI: 10.3386/w23311

Wright J.H. (2012). What does monetary policy do to long-term interest rates at the zero lower bound? *The Economic Journal*, 122, 564, F447–F466.

* * *

А.В. Тимофеев **Прогнозирование финансовых показателей на базе фреймворка Chronos**

А.В. Тимофеев,

ООО «Лаборатория Инжиниринга», Санкт-Петербург; e-mail: timofeev.andrey@gmail.com

Аннотация. Практическая эффективность фундаментальных моделей фреймворка Chronos для прогнозирования финансовых показателей хозяйствующего объекта была исследована и оценена на реальных данных с ограниченной длиной временного ряда в обучающем датасете. Фреймворк Chronos представляет собой композицию фундаментальных моделей, базирующихся на архитектуре трансформеров, натренированных автоматически выявлять сезонность, тренды и паттерны в данных временных рядах без дополнительной настройки параметров и без дополнительного обучения (подход zero-shot). Проведено сравнительное исследование моделей фреймворка Chronos с группой аналогичных решений zero-shot. Изучено влияние метода адаптивной квантизации данных на качество решения прогнозной задачи моделями фреймворка Chronos. Полученные нами результаты позволяют сделать вывод о высокой эффективности данного инструментария, крайняя простота которого позволяет использовать его на практике в условиях низкого и среднего уровня экспертизы специалистов компании. В проведенных тестах фреймворк Chronos превосходит аналоги при решении прогнозной задачи на тестовом датасете. Данный фреймворк является одним из очень немногих доступных широкому кругу пользователей, представляя собой достаточно зрелое решение для использования в реальных бизнес-процессах. Обнаружено значительное влияние использования адаптивной квантизации исходных данных на повышение качества

прогнозирования. На основании нашего анализа сформулированы основные рекомендации для практического использования данного фреймворка в бизнес-практике хозяйствующих субъектов.
Ключевые слова: прогнозирование финансовых показателей, трансформер, Chronos, zero-shot, короткий временной ряд.
Классификация JEL: G17, C53, C45.
УДК: 658.15, 519.85.
Для цитирования: **Тимофеев А.В.** (2026). Прогнозирование финансовых показателей на базе фреймворка Chronos // *Экономика и математические методы*. Т. 62. № 3. С. 62–74. DOI: 10.7868/S3034617726020054
Поступила в редакцию 25.07.2025

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Ansari A. F., Stella L., Turkmen C. et al. (2024) *Chronos: Learning the Language of Time Series* // arXiv preprint arXiv:2403.07815.

Bommasani R., Hudson D.A., Adeli E., Altman R., Arora S. et al. (2021). *On the opportunities and risks of foundation models*.

Box G.E, Jenkins G.M. (1970). *Time series analysis: Forecasting and control*. San Francisco: Holden-Day.

Challu C., Olivares K.G., Oreshkin B.N., Garza F., Mergenthaler-Canseco M., Dubrawski A. (2022). *Neural Hierarchical interpolation for time series forecasting*. [Электронный ресурс] Available at: https://arxiv.org/abs/2201.12886

Danyaro K.U., Abdullahi S., Zakari A., Abdulaziz I., Zawawi N.A., Adamu S. (2024). Time-series large language models: A systematic review of state-of-the-art. *IEEE Access*, 12, 1–25. DOI: 10.1109/ACCESS.2025.3535782.

Garza A., Challu C., Mergenthaler-Canseco M. (2023). *TimeGPT-1*. [Электронный ресурс] Available at: https://arxiv.org/abs/2310.03589

Jahangiri P. (2023). T*ime series forecasting: Real world challenges. Part 1*. Medium. March 15. Available at: https://medium.com/@ODAIAai/time-series-forecasting-real-world-challenges-part-1-436800c97032

Kanniainen J., Goel A., Pasricha P. (2023). *Time-Series Foundation AI Model for Value-at-Risk Forecasting*. [Электронный ресурс] Available at: https://arxiv.org/html/2410.11773v7

Liu Y., Zhang H., Li C., Huang X., Wang J., Long M. (2024). *Timer: Generative pre-trained transformers are large time series models.* [Электронный ресурс] Available at: https://arxiv.org/abs/2402.02368

Money R., Krishnan J., Beferull-Lozano B. (2024). *In proceedings of Eusipco 2024*. Available at: https://eurasip.org/Proceedings/Eusipco/Eusipco2024/pdfs/0000837.pdf

Palatucci M., Pomerleau D., Hinton G.E., Mitchell T.M. (2009). Zero-shot learning with semantic output codes. *Advances in Neural Information Processing Systems*, 22, 1410–1418.

Peixeiro M. (2025). Chronos: The latest time series forecasting foundation model by Amazon. Towards Data Science. Available at: https://galileo.ai/blog/amazon-chronos-ai-time-series-forecasting-guide

Savitzky A., Golay M.J.E. (1964). Smoothing and differentiation of data by simplified least squares procedures. *Analytical Chemistry*, 36 (8), 1627–1639. DOI: 10.1021/ac60214a104

Vaswani A., Shazeer N., Parmar N., Uszkoreit J., Jones L., Gomez A.N. et al. (2017). Attention is all you need. *Advances in Neural Information Processing Systems*, 30. Available at: https://arxiv.org/abs/1706.03762

Zhou H., Zhang S., Peng J. (2021). *Informer: Beyond efficient transformer for long sequence time-series forecasting*. [Электронный ресурс] Available at: https://arxiv.org/abs/2012.07436

М.Ю. Афанасьев, А.А. Гусев **Подход к оценке влияния инвестиционных проектов на рост региональной экономики с учетом ее структурной сложности**

М.Ю. Афанасьев,
д.э.н., профессор, главный научный сотрудник ЦЭМИ РАН, Москва; e-mail: mi.afan@yandex.ru
А.А. Гусев,
мл.н.с. ЦЭМИ РАН, Москва; e-mail: gusevalexeyal@yandex.ru

Аннотация. Предложен подход к оценке влияния инвестиционных проектов на рост региональной экономики с учетом ее структурной сложности. Основным инструментом оценки является двухфакторная производственная функция, имеющая две особенности: 1) включает статистически значимые индексы структурной сложности региональных экономик, отражающие относительный уровень их технологического развития; 2) эластичности ВРП по труду и основным фондам являются функциями характеристик региональной дифференциации. На основе оценок ее параметров можно получить оценки прироста ВРП в сопоставимых ценах в результате реализации инвестиционных проектов. В результате апробации подхода для 47 инвестиционных проектов Белгородской области, реализуемых в период с 2022 по 2030 г., получены оценки разброса и среднего значения прироста ВРП. Показано, что целенаправленное расширение набора характеристик дифференциации и функций, определяющих значения коэффициентов эластичности ВРП по труду и основным фондам, может приводить к улучшению статистических характеристик качества модели ВРП. Одновременно оценка прироста ВРП по модели с равной эластичностью для всех регионов может быть завышена по сравнению с оценкой по моделям с вариативными функциями эластичности. Использование предлагаемого подхода представляется перспективным на базе региональных ситуационных центров для мониторинга инвестиционной деятельности компаний и органов исполнительной власти.

Ключевые слова: эконометрика, региональная экономика, экономический рост, экономическая сложность.
Классификация JEL: C15, C51, R11, R58.
УДК: 332.145.
Для цитирования: **Афанасьев М.Ю., Гусев А.А.** (2026). Подход к оценке влияния инвестиционных проектов на рост региональной экономики с учетом ее структурной сложности // *Экономика и математические методы*. Т. 62. № 3. С. 75–88. DOI: 10.7868/S3034617726030062
Поступила в редакцию 21.11.2025

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Айвазян С.А. (2012). *Анализ качества и образа жизни населения (эконометрический подход)*. М.: Наука. 432 с. ISBN: 978-5-02-037968-8. [**Aivazian S.A.** (2012). *Quality of life and living standards analysis (econometric approach).* Central Economics and Mathematics Institute of RAS. M: Nauka. 432 p. (Economic Science of Contemporary Russia). ISBN: 978-5-02-037968-8 (in Russian).]

Айвазян С.А., Афанасьев М.Ю., Кудров А.В. (2016a). Метод кластеризации регионов РФ с учетом отраслевой структуры ВРП // *Прикладная эконометрика.* Т. 41. № 1. С. 24–46. [**Aivazian S.A., Afanasiev M.Yu., Kudrov A.V.** (2016a) Clustering methodology of the Russian Federation regions with account of sectoral structure of GRP. *Applied Econometrics*, 41, 24–46 (in Russian).]

Айвазян С.А., Афанасьев М.Ю., Кудров А.В. (2016b). Модели производственного потенциала и оценки технологической эффективности регионов РФ с учетом структуры производства // *Экономика и математические методы*. Т. 52. № 1. С. 28–44. [**Aivazian S.A., Afanasiev M.Yu., Kudrov A.V.** (2016b). Models of productive capacity and technological efficiency evaluations of regions of the Russian Federation concerning the output structure. *Economics and the Mathematical Methods*, 52, 1, 28–44 (in Russian).]

Афанасьев М.Ю., Гусев А.А. (2025). Интегральный индекс структурной сложности региональных экономик // *Экономика и математические методы.* Т. 61. № 2. С. 57–74. EDN: HBTMSL. DOI: 10.31857/S0424738825020054 [**Afanasiev M.Yu., Gusev A.A.** (2025). Integral structural complexity index of regional economies. *Economics and the Mathematical Methods*, 61, 2, 57–74. DOI: 10.7868/S3034617725020054 (in Russian).]

Ахмедов З.Ф., Магомедова М.М., Султанов Г.С. (2023). Рекомендации по улучшению механизма управления региональными инвестиционными проектами // *Journal of Monetary Economics and Management.* № 2. С. 43–49. [**Akhmedov Z.F., Magomedova M.M., Sultanov G.S.** (2023). Recommendations for improving the management mechanism of regional investment projects. *Journal of Monetary Economics and Management*, 2, 43–49 (in Russian).]

Беляничев В.Г., Савдерова А.Ф. (2019). Оценка влияния инвестиций в основной капитал на объем валового регионального продукта // *Oeconomia et Jus.* № 1. С. 15–21. Режим доступа: http://oecomia-et-jus.ru/single/2019/1 [**Belianichev V.G., Savderova A.F.** (2019). Assessment of the impact of real fixed capital formation on the volume of the gross regional product. *Oeconomia et Jus*, 1, 15–21. Available at: http://oecomia-et-jus.ru/single/2019/1 (in Russian).]

Бобоҷонов Д.Д., Аҳмадзода Р., Раҳимова Н.Ш. (2018). Лоиҳаи сармоявӣ чун унсури асосии таъмини рушди устувори низомҳои минтақавии иҷтимоию иқтисодӣ (Инвестиционный проект как ключевой элемент обеспечения устойчивого развития региональных социально-экономических систем) // *Рӯзномаи донишгоҳи давлатии Ҳуқуқ, тиҷорат ва сиесати Тоҷикистон. Силсилаи илмҳои ҷамъиятӣ (Вестник ТГУПБП)*, 4 (77), 41–52. EDN: YTWZCX. [**Babadjanov D.D., Akhmadzoda R., Rakhimovs N.Sh.** (2018). Investitive project as a key element of insuring sustainable development in regard to regional socio-economic systems. *Bulletin of TSU of Law, Business and Politics (TSULBP)*, 4, 41–52. EDN: YTWZCX (in Tajik).]

Вертакова Ю.В., Пожидаев С.Ю., Арцыбашева В.О., Яи Л. (2023). Экономико-математическая оценка влияния инвестиционной деятельности на пространственное развитие региона // *Известия Юго-Западного государственного университета. Серия: Экономика. Социология. Менеджмент.* Т. 13. № 4. С. 123–134. EDN: YJSCEN. DOI: 10.21869/2223-1552-2023-13-4-123-134 [**Vertakova Yu.V., Pozhidaev S.Y., Artsybasheva V.O., Yai L.** (2023). Economic and mathematical assessment of the impact of investment activity on the spatial development of the region. *Proceedings of the Southwest State University. Series: Economics. Sociology. Management*, 13, 4, 123–134. EDN: YJSCEN. DOI: 10.21869/2223-1552-2023-13-4-123-134 (in Russian).]

Гулакова О.И. (2019). Оценка влияния крупных инфраструктурных проектов на развитие регионов (на примере проекта ВСТО) // *Мир экономики и управления.* Т. 19. № 1. С. 76–88. DOI: 10.25205/2542-0429-2019-19-1-76-88 [**Gulakova O.I.** (2019). Impact assessment of large infrastructure projects on regional development (based on the example of the ESPO project). *World of Economics and Management*, 19, 1, 76–88. DOI: 10.25205/2542-0429-2019-19-1-76-88 (in Russian).]

Зарецкая В.Г., Осиневич Л.М. (2010). Оценка влияния инвестиций на размер валового

регионального продукта (на примере Курской области) // *Региональная экономика: теория и практика.* № 46 (181). С. 14–17. [**Zaretskaya V.G., Osinevich L.M.** (2010). Assessment of the impact of investments on the size of the gross regional product (on the example of the Kursk region. *Regional Economics: Theory and Practice*, 46 (181), 14–17 (in Russian).]

Зарецкая В.Г., Осиневич Л.М. (2015). Оценка прогноза экономического роста на основе производственной функции // *Национальные интересы: приоритеты и безопасность.* № 19 (304). С. 19–30. [**Zaretskaya V.G., Osinevich L.M.** (2015). Assessment of the forecast of economic growth based on the production function. *National Interests: Priorities and Security*, 19 (304), 19–30 (in Russian).]

Ивахненко Т.Ю., Полбин А.В., Синельников-Мурылев С.Г. (2024). Экономическая сложность и неравенство доходов в регионах России // *Вопросы экономики.* № 5. С. 105–127. EDN: WQEPVN. DOI: 10.32609/0042-8736-2024-5-105-127 [**Ivakhnenko T.Yu., Polbin A.V., Sinelnikov-Murylev S.G.** (2024). Economic complexity and income inequality in Russian regions. *Voprosy Ekonomiki*, 5, 105–127. EDN: WQEPVN. DOI: 10.32609/0042-8736-2024-5-105-127 (in Russian).]

Любимов И.Л., Гвоздева М.А., Казакова М.В., Нестерова К.В. (2017). Сложность экономики и возможность диверсификации экспорта в российских регионах // *Журнал Новой экономической ассоциации.* № 2 (34). С. 94–122. [**Lyubimov I.L., Gvozdeva M.A., Kazakova M.V., Nesterova K.V.** (2017). Economic complexity of Russian regions and their potential to diversify. *Journal of the New Economic Association*, 2 (34), 94–122 (in Russian).]

Павлова Т.И., Ли Цзюнь, Нагапетян А.Р. (2024). Оценка вариации влияния инфраструктурных и производственных инвестиций на региональный экономический рост // *Известия Дальневосточного федерального Университета. Экономика и управление (ДВФУ).* № 3 (111). С. 122–140. DOI: 10.24866/2311-2271/2024-3/1237 [**Pavlova T.I., Li Jun, Nagapetyan A.R.** (2024). Estimating the variation and the impact of infrastructure and production investment on regional economic growth. *The Bulletin of the Far Eastern Federal University. Economics and Management,* 3 (111), 122–140. DOI: 10.24866/2311-2271/2024-3/1237 (in Russian).]

Панфилов С.В., Кудрявцев К.А. (2009). Оценка влияния инвестиционных проектов в сельском хозяйстве на ВРП Республики Марий Эл // *Вопросы современной науки и практики. Университет им. В.И. Вернадского*. № 3 (17). С. 195–199. EDN: RGTFED. [**Panfilov S.V., Kudryavtsev K.A.** (2009). Assessment of the impact of investment projects in agriculture on the GRP of the Republic of Mari El. *Problems of Contemporary Science and Practice. Vernadsky University*, 3 (17), 195–199 (in Russian).]

Патракеева О.Ю. (2019). Экономико-математическое моделирование прямых эффектов влияния крупномасштабных инфраструктурных проектов на развитие территорий // *Вестник ВолГУ. Экономика*. Т. 21. № 2. С. 78–89. [**Patrakeeva O.Yu.** (2019). Economic and mathematical modeling of the direct effects of large-scale infrastructure projects on developing territories. *Journal of Volgograd State University. Economics,* 21, 2, 78–89 (in Russian).]

Светлов Н.М. (2026). Аугментация исходных данных модели частичного равновесия с явным представлением технологий // *Экономика и математические методы.* (В печати.) [**Svetlov N.M.** (2026). Augmentation of the initial data of the partial equilibrium model with explicit representation of technologies. *Economics and Mathematical methods*. (In print) (in Russian).]

Чеплинските И.Р., Лукин Е.В. (2024). Особенности экспортной специализации регионов СЗФО в рамках концепции экономической сложности // *Экономические и социальные*

перемены: факты, тенденции, прогноз. Т. 17. № 2. С. 81–95. EDN: YKZIAQ. DOI: 10.15838/esc.2024.2.92.4 [**Cheplinskite I.R., Lukin E.V.** (2024). Characterizing export specialization of Northwestern Federal District regions within the framework of the economic complexity concept. *Economic and Social Changes: Facts, Trends, Forecast*, 17 (2), 81–95. EDN: YKZIAQ. DOI: 10.15838/esc.2024.2.92.4 (in Russian).]

Чичканов В.П., Беляевская-Плотник Л.А. (2022). Оценка мультипликативного влияния инвестиционных проектов Дальневосточного федерального округа на социально-экономическое развитие территорий // *Экономика региона*. № 2. С. 369–382. DOI: 10.17059/ekon.reg.2022-1-5 [**Chichkanov V.P., Belyaevskaya-Plotnik L.A.** (2022). Estimating the multiplier effect of investment projects of the Far Eastern Federal District on regional socio-economic development. *Economy of Regions*, 18 (2), 369–382. DOI: 10.17059/ekon.reg.2022-1-5 (in Russian).]

Чупин А.Л., Засько В.Н., Морковкин Д.Е., Донцова О.И. (2024). Модель роста экономики региона на основе индекса экономической сложности // *Финансы: теория и практика.* Т. 28. № 3. С. 52–60. EDN: OCJYAL. DOI: 10.26794/2587-5671-2024-28-3-52-60 [**Chupin A. L., Zasko V.N., Morkovkin D.E., Dontsova O.I. (**2024). Model of growth of the region's economy based on the index of economic complexity. *Finance: Theory and Practice*, 28(3), 52–60. EDN: OCJYAL. DOI: 10.26794/2587-5671-2024-28-3-52-60 (in Russian).]

Arthur B., Durlauf S., Lane D. (1997). *Introduction: Process and emergence in the economy. The economy as an evolving complex System II*. Reading, Mass.: Addison-Wesley. Retrieved 2008-08-26.

Balassa B. (1965). Trade liberalisation and "revealed" comparative advantage. *The Manchester School*, 33 (2), 99–123. DOI:10.1111/j.1467-9957.1965.tb00050.x

Hausmann R., Hidalgo C.A., Bustos S., Coscia M., Simoes A., Yıldırım M.A. et al. (2014). *The atlas of economic complexity: Mapping paths to prosperity*. DOI: 10.7551/mitpress/9647.001.0001

Hausmann R., Klinger B. (2006). Structural transformation and patterns of comparative advantage in the product space. *CID Working Paper*, 128.

Hidalgo C.A., Hausmann R. (2009). The building blocks of economic complexity. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 106 (26), 10570–10575.

Отраслевые проблемы

П.С. Гребенюк, А.А. Сурков **Регрессионный анализ факторов эффективности золотодобычи в условиях плановой экономики: исследование экономики «Дальстроя» в 1932–1950 гг.**

П.С. Гребенюк,
д.и.н., Северо-Восточный комплексный научно-исследовательский институт им. Н.А. Шило ДВО РАН, Магадан; e-mail: grebenyuk.pavel@gmail.com
А.А. Сурков,
к.э.н., ИЭ РАН, Москва; e-mail: surkoff@inbox.ru

Исследование выполнено при финансовой поддержке Российского научного фонда (проект 25-28-00296) «Сравнительный анализ золотопромышленности СССР накануне и во время Второй мировой войны», https://rscf.ru/project/25-28-00296/.

Аннотация. В статье представлены результаты применения методов регрессионного анализа для количественной оценки факторов производственной эффективности золотодобычи в государственной организации «Дальстрой» в 1932–1950 гг. На основе архивных данных построены многофакторные регрессионные модели, описывающие зависимость объемов добычи золота и производительности труда от ключевых производственных параметров:

капитальных вложений, текущих затрат, численности различных категорий работников, уровня механизации и природных факторов. Применение пошагового регрессионного анализа с отсеиванием по t-критерию позволило выявить статистически значимые факторы и критически пересмотреть устойчивое представление о прямой причинной связи между численностью заключенных и производственными результатами. Установлено, что решающее влияние на объемы добычи оказывал показатель механизации (промывка песков промышленными приборами) с δ-коэффициентом 178%, в то время как фактор численности заключенных, несмотря на высокую корреляцию (r = 0,869), оказался статистически незначимым. Регрессионная модель производительности труда (R = 0,733) выявила доминирующее обратное влияние себестоимости и парадоксальный эффект механизации, снижающей индивидуальную производительность при росте общей эффективности производства. Количественный анализ демонстрирует, что производственные успехи «Дальстроя» определялись не масштабами принудительного труда, а уровнем технологического развития и качеством управленческих решений. Система принудительного труда функционировала как компенсаторный механизм, маскирующий технологическую отсталость и сохраняющий иллюзию стабильности производства в условиях управленческой инерции и когнитивной блокировки руководства, не способного выйти за пределы экстенсивной логики роста. Результаты исследования позволяют переосмыслить эффективность мобилизационной модели советской индустриализации, показывая ее зависимость от организационных ограничений, скрытых за фасадом ранних успехов и статистикой экстенсивного роста.

Ключевые слова: регрессионный анализ, многофакторные модели, δ-коэффициенты, золотодобыча, производительность труда, «Дальстрой», экономическая эффективность.

Классификация JEL: C23, L72, J43, N44.

УДК: 658.5, 622.271, 331.109, 94(470.12).

Для цитирования: **Гребенюк П.С., Сурков А.А.** (2026). Регрессионный анализ факторов эффективности золотодобычи в условиях плановой экономики: исследование экономики «Дальстроя» в 1932–1950 гг. // *Экономика и математические методы*. Т. 62. № 3. С. 89–103.
DOI: 10.7868/S3034617726030070

Поступила в редакцию 04.08.2025

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Алексеев Г.А. (1971). *Объективные методы выравнивания и нормализации корреляционных связей*. Л.: Гидрометеоиздат. 363 с. [**Alekseev G.A.** (1971). *Objective methods of alignment and normalization of correlation relations.* Leningrad: Gidrometeoizdat. 363 p. (in Russian).]

Веселая Г.Н., Френкель А.А. (1965). Многошаговый регрессионный анализ при построении статистических моделей производительности труда // *Экономика и математические методы*. Т. I. Вып. 4. С. 534–541. [**Veselaya G.N., Frenkel A.A.** (1965). Multistep regression analysis in constructing statistical models of labor productivity. *Economics and Mathematical Methods*, 1, 4, 534–541 (in Russian).]

Гребенюк П.С. (2017). Экономическая эффективность золотодобычи Дальстроя (1932–1956) // *Вопросы истории*. № 9. С. 48–65. [**Grebenyuk P.S.** (2017). Economic efficiency of Dalstroy's gold mining (1932–1956). *Voprosy Istorii*, 9, 48–65 (in Russian).]

Гребенюк П.С. (2018). Дальстрой и производительность труда в золотодобывающей отрасли СССР: опыт сравнительного анализа // *Гуманитарные исследования в Восточной Сибири и на Дальнем Востоке*. № 1 (43). С. 78–88. [**Grebenyuk P.S.** (2018). Dalstroy and labor productivity in the gold mining industry of the USSR: A comparative analysis. *Humanities Research in Eastern Siberia and the Far East*, 1 (43), 78–88 (in Russian).]

Гребенюк П.С. (2022). Золотопромышленность и золотые ресурсы России и СССР в первой половине XX в. // *Экономическая история. Ежегодник*. С. 130–170. [**Grebenyuk P.S.** (2022). Gold mining and gold resources of Russia and the USSR in the first half of the 20th century. *Economic History. Yearbook*, 130–170 (in Russian).]

Зеляк В.Г. (2015). *Валютный цех страны: история развития горнопромышленного комплекса Северо-Востока России в 1928–1991 гг.* Томск: Томский государственный университет. 466 с. [**Zelyak V.G.** (2015). *The country's currency workshop: History of the mining complex development in the Russian North-East, 1928–1991*. Tomsk: Tomsk State University. 466 p. (in Russian).]

Пилясов А.Н. (1993). Трест «Дальстрой» как суперорганизация (1932–1956 гг.) // *Колыма*. № 8. С. 34–37; № 9–10. С. 37–41; № 11. С. 28–33. [**Pilyasov A.N.** (1993). "Dalstroy" trust as a superorganization (1932–1956). *Kolyma*, 8, 34–37; 9–10, 37–41; 11, 28–33 (in Russian).]

Френкель А.А. (1984). *Производительность труда. Проблемы моделирования роста*. М.: Экономика. 173 с. [**Frenkel A.A.** (1984). *Labor productivity. Problems of growth modeling*. Moscow: Ekonomika. 173 p. (in Russian).]

Широков А.И. (2014). *Дальстрой в социально-экономическом развитии Северо-Востока СССР (1930–1950-е гг.)*. М.: РОССПЭН. 654 с. [**Shirokov A.I.** (2014). "*Dalstroy" in the socio-economic development of the North-East of the USSR (1930–1950s)*. Moscow: ROSSPEN, 654 p. (in Russian).]

David P.A. (1985). Clio and the economics of QWERTY. *The American Economic Review*, 75 (2), 332–337.

Frisch R., Waugh F.V. (1933). Partial time regressions as compared with individual trends. *Econometrica*, 1 (4), 221–222.

Zhang J., Ding J., Wang B. (2023). Information criteria for model selection. *Wiley Interdisciplinary Reviews: Computational Statistics*, 5 (15), 1–27.

Математический анализ экономических моделей

Н.М. Светлов **Аугментация исходных данных модели частичного равновесия с явным представлением технологий**

Н.М. Светлов,

д.э.н., профессор, член-корр. РАН, ЦЭМИ РАН, Москва; e-mail: nikolai.svetlov@gmail.com

Автор признателен В.А. Карнаухову и А.В. Карнаухову за предоставленную ими возможность проведения вычислительного эксперимента с использованием принадлежащих им технических средств.

Аннотация. Потребность в сценарном моделировании влияния внешних воздействий на товарные рынки возрастает из-за неопределенности, порождаемой изменениями в технологиях широкого применения и в биосфере. При отсутствии доступа к данным отдельных предприятий в качестве информационной базы моделей частичного равновесия с явным представлением технологий обычно используются агрегированные данные. Это приводит к неточному отображению межрегиональной диффузии технологий. Предложено преодолевать этот недостаток с помощью аугментации исходных данных. Разработано и апробировано соответствующее алгоритмическое обеспечение. С использованием варианта модели частичного равновесия на рынках сельхозпродукции субъектов РФ, дополненного поддержкой аугментации, проведен вычислительный эксперимент, в котором исходные данные, агрегированные на уровне субъектов Федерации, искусственно дезагрегированы таким образом, чтобы в некотором приближении отразить различия в совокупной продуктивности факторов производства и в структуре используемых ресурсов, свойственные различным предприятиям региона. Вычислительный эксперимент показал, что объемы

производства и продаж воспроизводятся агрегированными данными с удовлетворительным уровнем ошибки (за немногими исключениями), но цены, как правило, существенно занижаются в сравнении с расчетами, полученными с применением аугментации. Главная причина этого — недооценка при использовании агрегированных данных потенциала взаимного замещения ресурсов, что в итоге снижает продажи продукции в тех регионах, где ее цены особенно высоки. На практике рекомендовано применять прием аугментации для получения интервальных оценок переменных модели, дающих пользователю представление о неопределенности результатов моделирования, неизбежно сопровождающей использование агрегированных исходных данных.

Ключевые слова: технологический переход; сценарное моделирование; вычислимые модели; непараметрическая граница производственных возможностей; диффузия технологий; агрегированные данные; взаимозаменяемость ресурсов; аугментация исходных данных; вычислительный эксперимент.

Классификация JEL: C02, C69, C81.

УДК: 519.862.5:330.45:004.942.

Для цитирования: **Светлов Н.М.** (2026). Аугментация исходных данных модели частичного равновесия с явным представлением технологий // *Экономика и математические методы*. Т. 62. № 3. С. 104–114. DOI: 10.7868/S3034617726030088

Поступила в редакцию 14.09.2025

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Аганбегян А.Г. (2020). Как возобновить социально-экономический рост в России? // *Научные труды Вольного экономического общества России*. № 2. С. 164–182. [**Aganbegyan A.G.** (2020). How to resume social and economic growth in Russia? *Scientific Works of the VEO of Russia*, 2, 164–182. DOI: 10.38197/2072-2060-2020-222-2-164-182 (in Russian).]

ВИАПИ (2015). *Разработать базы данных региональных агропродовольственных систем, содержащие инструментарий для оценки их эффективности и устойчивости: Отчет о НИР*. С.О. Сиптиц (рук.). М.: ВИАПИ. 71 с. [VIAPI (2015). *Development of regional agri-food system databases with tools for assessing their efficiency and sustainability: R&D report*. Moscow: VIAPI (in Russian).]

Гайер А.В., Шешкус А.В., Чернышова Ю.С. (2018). Аугментация обучающей выборки «на лету» для обучения нейронных сетей // *Труды Института системного анализа Российской академии наук*. № S1. С. 150–157. [**Gayer A.V., Sheshkus A.V., Chernyshova Y.S.** (2018). Augmentation on the fly for the neural networks learning. *Proceedings of the Institute for Systems Analysis Russian Academy of Sciences*, S1, 150–157. DOI: 10.14357/20790279180517 (in Russian).]

Дементьев В.Е. (2021). Уверенность в будущем как фактор экономического развития // *Экономическое возрождение России*. № 1 (67). С. 54–62. [**Dement'ev V.E.** (2021). Confidence in the future as an economic development factor. *Economic Revival of Russia*, 1 (67), 54–62. DOI: 10.37930/1990-9780-2021-1-67-54-62 (in Russian).]

Малинецкий Г.Г., Войцехович В.Э., Смолин В.С. (2022). Пути преодоления надвигающегося кризиса развития искусственного интеллекта // *Цифровая экономика*. № S5 (21). С. 5–17. [**Malinetsky G., Voitsekhovich V., Smolin V.** (2022). Ways to overcome the impending crisis of artificial intelligence development. *Digital Economy*, S5 (21), 5–17. DOI: 10.34706/DE-2022-05-01 (in Russian).]

Полтерович В.М. (2022). Еще раз о том, куда идти: к стратегии развития в условиях изоляции от Запада // *Журнал Новой экономической ассоциации*. № 3 (55). С. 238–244.

[**Polterovich V.M.** (2022). Once again about where to go: Toward a development strategy in isolation from the West. *Journal of the New Economic Association*, 3 (55), 238–244. DOI: 10.31737/2221-2264-2022-55-3-17 (in Russian).]

Понкин Д.И. (2020). Концепт предобученных языковых моделей в контексте инженерии знаний // *International Journal of Open Information Technologies*. № 9. С. 18–29. [**Ponkin D.I.** (2020). The concept of pretrained language models in the context of knowledge engineering. *International Journal of Open Information Technologies*, 9, 18–29 (in Russian).]

Светлов Н.М. (2019). Непараметрическая граница производственных возможностей в вычислимой модели частичного равновесия // *Экономика и математические методы*. Т. 55. № 4. С. 104–116. [**Svetlov N.M.** (2019). Non-parametric production frontier in a computable partial equilibrium model. *Economics and Mathematical Methods*, 4 (55), 104–116. DOI: 10.31857/S042473880006779-5 (in Russian).]

Светлов Н.М. (2024). Оценка влияния климатической политики на сельское хозяйство субъектов РФ при различных климатических сценариях // *Экономика региона*. № 4. С. 1208–1222. [**Svetlov N.M.** (2024). The impact of climate change on agricultural outcomes of climate policy: A regional perspective. *Economy of Regions*, 20 (4), 1208–1222. DOI: 10.17059/ekon.reg.2024-4-15 (in Russian).]

Светлов Н.М., Шишкина Е.А. (2023). Пространственная модель частичного равновесия на оптовых рынках сельхозпродукции субъектов РФ // *Искусственные общества*. Т. 18. № S. DOI: 10.18254/S207751800028484-1 [**Svetlov N.M., Shishkina E.A.** (2023). Spatial model of partial equilibria in wholesale markets of agricultural products of the constituent entities of the Russian Federation. *Artificial Societies*, *S*. DOI: 10.18254/S207751800028484-1 (in Russian).]

Строков А.С., Поташников В.Ю. (2021). Моделирование регионального развития сельскохозяйственного производства в России с помощью модели GLOBIOM. *Нац. науч.-практ. конф., посвященная 85-летию со дня рождения А.М. Гатаулина*. М.: Мегаполис. С. 167–179. [**Strokov A.S., Potashnikov V.Yu.** (2021). Modeling regional development of agricultural production in Russia using GLOBIOM model. *National Scientific and Practical Conference Dedicated to 85th Anniversary of A.M. Gataulin*. Moscow: Megapolis, 167–179 (in Russian).]

Суйц В.П., Ефимова М.Р., Чая В.Т., Долгих Е.А., Пласкова Н.С, Грачева М.В. и др. (2024). *Актуальные направления математических, статистических, инструментальных и учетно-аналитических методов исследования в условиях цифровизации*. 2-е изд. М.В. Грачева, Е.А. Туманова**,** В.Т. Чая (ред.). М.: Русайнс. 402 с. [**Suits V.P., Efimova M.R., Chaja V.T., Dolgikh E.A., Plaskova N.S, Gracheva M.V.** et al. (2024). *Current trends in mathematical, statistical, instrumental, accounting and analytical research methods in the context of digitalization*. 2nd ed. M.V. Gracheva, E.A. Tumanova, V.T. Chaja (eds.). Moscow: Rusayns. 402 p. (in Russian).]

Awais M., Vinca A., Byers E.A. et al. (2024). MESSAGEix-GLOBIOM nexus module: Integrating water sector and climate impacts. *Geoscientific Model Development*, 6 (17), 2447–2469. DOI: 10.5194/egusphere-2023-258

Brown D.J., Kannan R. (2008). Two algorithms for solving the Walrasian equilibrium inequalities. In: *Computational aspects of general equilibrium theory: Refutable theories of value.* D. Brown, F. Kubler (eds.). Berlin: Springer-Verlag, 69–77.

Conforti P., Londero P. (2001). AGLINK, il modello settoriale dell'OCSE. Valutare gli effetti della Politica agricola Comune. *Lo "stato dell'arte" dei modelli per l'analisi quantitativa degli effetti delle politiche agricole dell'Unione Europea.* G.i Anania (ed.). Edizioni Scientifiche Italiane, 2001, 61–78 (in Italian).

Dai W., **Ma Y., Chen J., Chen X.** (2025). Tradeoffs between richness and bias of augmented data in long-tail recognition. *Entropy*, 27 (2), 201. DOI: 10.3390/e27020201

FAO (2016). The global agriculture perspectives system (GAPS): Version 1.0. *ESA Working Paper*, 16–06. Rome: FAO. 31 p.

Farrell M.J. (1957). The measurement of productive efficiency. *Journal of the Royal Statistical Society. Series A (General)*, 3 (120), 253–290. DOI: 10.2307/2343100

Kadomtseva M.E. (2024). System of indicators for sustainable development of the national agro-industrial complex. *Studies on Russian Economic Development*, 1, 99–108. DOI: 10.1134/S1075700724010040

Kheyfets B.A., Chernova V.Yu. (2024). Adaptation of agriculture to new geopolitical conditions. *Studies on Russian Economic Development*, 5, 725–732. DOI: 10.1134/S1075700724700266

Mumuni A., Mumuni F. (2022). Data augmentation: A comprehensive survey of modern approaches. *Array*, 16, 100258. DOI: 10.1016/j.array.2022.100258

Pisu M., **D'Arcangelo F.M., Elgouacem A., Kruse T., Hemmerlé Y.** (2023). Options for assessing and comparing climate change mitigation policies across countries. *OECD Economics Department Working Papers*, 1749. Paris, France. 55 p. Available at: https://one.oecd.org/document/ECO/WKP(2023)2/en/pdf

Porfiriev B.N., Kolpakov A.Yu., Eliseev D.O. et al. (2025). Economic effects of climate change in Russia. *Studies on Russian Economic Development*, 2, 161–174. DOI: 10.1134/S1075700724700631

Porfiriev B.N., Kolpakov A.Yu., Lazeeva E.A. (2025). Assessing the impact of climate change on the Russian economy using integrated assessment models (IAM). *Studies on Russian Economic Development*, 1, 35–44. DOI: 10.1134/S1075700724700503

Strokov A.S. Ryabov I.Yu., Surpkelova A.H. (2025). Assessment of agricultural land use prospects based on a partial equilibrium model. *Studies on Russian Economic Development*, 3, 358–367. DOI: 10.1134/S107570072570008X

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*, 4, 406–418. DOI: 10.1134/S1075700719040154

Tanner M.A., Wong W.H. (1987). The calculation of posterior distributions by data augmentation. *Journal of the American Statistical Association*, 82 (398), 528–540. DOI: 10.1080/01621459.1987.10478458

* * *

G.V. Kolesnik, A.D. Slastnikov **A dynamic model for optimizing decentralized project financing under uncertainty**

G.V. Kolesnik,
Doct. Sc. (Economics), Plekhanov Russian Economic University, Moscow, Russia; e-mail: kolesnik.gv@rea.ru
A.D. Slastnikov,
Doct. Sc. (Economics), CEMI RAS, Moscow, Russia; e-mail: aslast@mail.ru

Abstract. One of the trends of the last decade in the modern economy has been the active development of decentralized solutions designed to ensure the sustainability, transparency, and inclusiveness of financial and management processes. Blockchain technologies and distributed systems enable interaction between participants without intermediaries, reducing transaction costs and increasing trust. Decentralization also promotes the emergence of new business models that improve the efficiency of economic processes, such as decentralized finance (DeFi) and decentralized autonomous organizations (DAOs). The key mechanism for financing decentralized

projects is token placements, designed to simplify the interaction of investors with the project team and eliminate the influence of third parties. However, the lack of regulation inherent in traditional financing mechanisms entails additional risks for both investors and placement organizers. In this regard, it is relevant to develop mechanisms to mitigate these risks and make token placements more reliable. This paper examines the problem of determining the optimal token locking strategy aimed at maximizing the long-term effectiveness of the project. A dynamic model is considered in which the fundamental value of a project is described by a stochastic process, reflecting the high uncertainty typical of startups in this field. Based on a modified investment model under conditions of uncertainty, analytical solutions for optimal locking strategies were obtained in the case where profits are described by a Wiener process.
Keywords: decentralized finance, blockchain, tokenization, ICO, optimal strategy, stochastic model.
JEL Classification: C61, C73, D25, G32.
UDC: 519.865, 658.14.
For reference: **Kolesnik G.V., Slastnikov A.D.** (2026). A dynamic model for optimizing decentralized project financing under uncertainty. *Economics and Mathematical Methods*, 62, 3, 115–128. DOI: 10.7868/S3034617726030096 (in Russian).
Received 14.08.2025

REFERENCES

Abrekov M.M., Vlasov A.V. (2022). ICO and IPO markets: An overview and prospects. *Spatial Economics (Prostranstvennaya Ekonomika)*, 18, 4, 36–67. (in Russian). DOI: 10.14530/se.2022.4.036-067 [**Абреков М.М., Власов А.В.** (2022). Рынки ICO и IPO: обзор состояния и перспектив // *Пространственная экономика*. Т. 18. № 4. С. 36–67. DOI: 10.14530/se.2022.4.036-067]

Allen D.W.E., Berg C., Davidson S. (2022). Buyback and burn mechanisms: Price manipulation or value signalling? *Available at SSRN*, 4231845. DOI: 10.2139/ssrn.4231845

Allen D.W.E., Berg C., Lane A.M. (2023). Why airdrop cryptocurrency tokens? *Journal of Business Research*, 163, 113945. DOI: 10.1016/j.jbusres.2023.113945

Arkin V.I. (2015). Threshold strategies in optimal stopping problem for one-dimensional diffusion processes. *Theory of Probability and Its Applications*, 59, 2, 311–319. DOI: 10.1137/S0040585X97T987107

Arkin V.I., Slastnikov A.D. (2007). Theory of investment expectations, investment incentives, and tax reforms. *Economics and Mathematical Methods*, 43, 2, 76–100 (in Russian). [**Аркин В.И., Сластников А.Д.** (2007). Инвестиционные ожидания, стимулирование инвестиций и налоговые реформы // *Экономика и математические методы*. Т. 43. Вып. 2. С. 76–100.]

Arkin V.I., Slastnikov A.D. (2021). On optimal threshold stopping times for Ito diffusions. *Stochastics*, 93, 5, 665–681. DOI: 10.1080/17442508.2020.1783263

Belarev I.A., Starodubtseva E.B. (2019). ICO as a new form of financing of innovative business. *Financial Journal*, 5, 104–118. DOI: 10.31107/2075-1990-2019-5-104-118 (in Russian). [**Беларев И.А., Стародубцева Е.Б.** (2019). ICO как новая форма финансирования инновационного бизнеса // *Финансовый журнал*. № 5. С. 104–118. DOI: 10.31107/2075-1990-2019-5-104-118]

Campino J., Brochado A., Rosa A. (2022). Initial coin offerings (ICOs): Why do they succeed? *Financial Innovation*, 8, 1, 1–35. DOI: 10.1186/s40854-021-00317-2

Chod J., Lyandres E.A. (2021). Theory of ICOs: Diversification, agency, and information asymmetry. *Management Science*, 67, 10, 5969–5989. DOI: 10.1287/mnsc.2020.3754

Cong L.W., Li Y., Wang N. (2021). Tokenomics: Dynamic adoption and valuation. *The Review of*

Financial Studies, 34, 3, 1105–1155. DOI: 10.1093/rfs/hhaa089

Cong L.W., Li Y., Wang N. (2022). Token-based platform finance. *Journal of Financial Economics*, 144, 3, 972–991. DOI: 10.1016/j.jfineco.2021.10.002

Davydiuk T., Gupta D., Rosen S. (2023). De-crypto-ing signals in initial coin offerings: Evidence of rational token retention. *Management Science*, 69, 11, 6584–6624. DOI: 10.1287/mnsc.2022.4631

Digol I.D., Shcheglov S.A. (2021). Analysis Of ICO as a business financing tool. *Russian Economic Bulletin*, 4, 1, 204–210 (in Russian). [**Диголь И.Д., Щеглов С.А.** (2021). Анализ ICO как инструмента финансирования бизнеса // *Российский экономический вестник*. Т. 4. № 1. С. 204–210.]

Fahlenbrach R., Frattaroli M. (2020). ICO investors. *Financial Markets and Portfolio Management*, 35, 1, 1–59. DOI: 10.1007/s11408-020-00366-0

Fisch C., Masiak C., Vismara S., Block J. (2021). Motives and profiles of ICO investors. *Journal of Business Research*, 125, 564–576. DOI: 10.1016/j.jbusres.2019.07.036

Frowis M., Sridhar K., Bohme R., Makridis C.A. (2023). The rise of decentralized cryptocurrency exchanges: Evaluating the role of airdrops and governance tokens. *Journal of Corporate Finance*, 79, 102358. DOI: 10.1016/j.jcorpfin.2023.102358

Fuchs J., Momtaz P.P. (2025). Token governance in initial coin offerings: Implications of token retention and resale restrictions for ICO success. *Small Business Economics*, 64, 1321–1359. DOI: 10.1007/s11187-024-00945-9

Howell S.T., Niessner M., Yermack D. (2020). Initial coin offerings: Financing growth with cryptocurrency token sales. *The Review of Financial Studies*, 33, 9, 3925–3974. DOI: 10.1093/rfs/hhz131

Huang D., Samuel S., Hyunh Q.T., Wang Z. (2024). From tweets to token sales: Assessing ICO success through social media sentiments. In: Z. Wang, C.W. Tan (eds.). *Trends and applications in knowledge discovery and data mining. PAKDD 2024. Lecture Notes in Computer Science*, 14658. Singapore: Springer. DOI: 10.1007/978-981-97-2650-9_5

Ivlieva A.A. (2018). Identifying factors that affect success of initial coin offering (ICO). *ECO Journal*, 12 (534), 58–75 (in Russian). [**Ивлиева А.А.** (2018). Выявление факторов, влияющих на успешность первичного размещения токенов (ICO) // *ЭКО*. № 12 (534). С. 58–75.]

Kotiloglu S., Ometto M.P. (2024). An exploratory look at the role of ownership in initial coin offerings (ICO): Different audiences and ICO success. *Journal of Business Venturing Insights*, 21, e00438. DOI: 10.1016/j.jbvi.2023.e00438

Li J., Mann W. (2025). Digital tokens and platform building. *The Review of Financial Studies*, 38, 7, 1921–1954. DOI: 10.1093/rfs/hhaf015

Li T., Shin D., Wang B. (2021.) Cryptocurrency pump-and-dump schemes. *SSRN*, February 10. DOI: 10.2139/ssrn.3267041

Lyandres E., Palazzo B., Rabetti D. (2022). Initial coin offering (ICO) success and post-ICO performance. *Management Science*, 68, 12, 8658–8679. DOI: 10.1287/mnsc.2022.4312

Myalo A.S. (2019). Comparative analysis of ICO, DAOICO, IEO and STO. Case study. *Finance: Theory and Practice*, 23, 6 (114), 6–25. DOI: 10.26794/2587-5671-2019-23-6-6-25

Sadykhov R., Goodell G., Montigny D. de, Schoernig M., Treleaven P. (2023). Decentralized token economy theory (DeTEcT): Token pricing, stability and governance for token economies. *Frontiers in Blockchain*, 1298330. DOI: 10.3389/fbloc.2023.1298330