

Теоретические и методологические проблемы

И.П. Комарова, Е.В. Устюжанина **О подходе к измерению сетевого капитала компании**
Экономика и математические методы, 2024, 60 (4), с. 5–14

И.П. Комарова,

ФГБОУ ВО «Российский экономический университет имени Г.В. Плеханова», Москва; e-mail: Komarova.IP@rea.ru

Е.В. Устюжанина,

ФГБОУ ВО «Российский экономический университет имени Г.В. Плеханова», Москва; e-mail: dba-guu@yandex.ru

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда (проект № 23-28-01241) «Разработка теоретической модели реформатирования глобальных сетей создания стоимости под влиянием внешних шоков».

Аннотация. В современной научной литературе категория «капитал» начинает применяться по отношению к широкому кругу активов компании, способных приносить экономическую выгоду в течение длительного периода времени. Различные исследователи выделяют человеческий, интеллектуальный, социальный, сетевой и другие виды капиталов. Это делает актуальной разработку новых подходов к оценке различных видов капитала, учитывающих их комплементарную специфичность. В рамках данной статьи поставлена задача предложить новый подход к оценке сетевого капитала компании. Существующие методы оценки стоимости компании часто основываются на суммировании стоимостей отдельных видов капитала. Однако подобный аддитивный подход не учитывает комплементарного характера различных видов капитала. В работе предлагается использовать мультипликативный подход на основе модифицированной функции Кобба–Дугласа, учитывающей имущественный и сетевой капиталы, а также экономическую эффективность деятельности компании. Этот подход принимает во внимание взаимное дополнение различных видов капитала и их совокупное влияние на стоимость компании. В качестве эмпирической базы исследования выбраны семь ведущих мировых компаний IT-отрасли (Microsoft, Apple, Oracle Corp., Alphabet, Baidu, Meta, Twitter). Предложенный подход позволил сопоставить сетевой капитал различных компаний и выявить факторы, влияющие на его накопление.

Ключевые слова: капитал, реальный капитал, интеллектуальный капитал, сетевой капитал, оценка стоимости компании, имущественный капитал, рыночная капитализация.

Классификация JEL: D85, L14.

УДК: 330.14.014, 334.752.

Для цитирования: **Комарова И.П., Устюжанина Е.В.** (2024). О подходе к измерению сетевого капитала компании // *Экономика и математические методы*. Т. 60. № 4. С. 5–14.

DOI: 10.31857/S0424738824040019

Поступила в редакцию 19.07.2024

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Козырев А.Н. (2004). *Интеллектуальный капитал: состояние проблемы*. Режим доступа: "http://www.labrate.ru/kozyrev/kozyrev_doklad_i-capital_2004.htm" HYPERLINK

"http://www.labrate.ru/kozyrev/kozyrev_doklad_i-capital_2004.htm".

Козырев А.Н. (2022). *Экономические измерения: инструменты и неустраняемые противоречия*. Доклад в ЦЭМИ РАН. 19.12.2022 г.

Комарова И.П. (2022). Понятие и типы сетевого капитала (на примере авиастроения) // *Экономика и математические методы*. Т. 58. № 1. С. 104–112. DOI: 10.31857/S042473880018963-8

- Маркс К.** (1951). *Капитал*. Т. 3. Пер. И.И. Степанова-Скворцова. Ленинград: Государственное издательство политической литературы. 932 с.
- Маркс К.** (1952). *Капитал*. Т. 1. Пер. И.И. Степанова-Скворцова. Ленинград: Государственное издательство политической литературы. 794 с.
- Пикетти Т.** (2015). *Капитал в XXI веке*. Пер. с фр. А.Л. Дунаев, науч. ред. А.Ю. Володин. М.: Ад Маргинем Пресс. 592 с.
- Смит А.** (2016). *Исследование о природе и причинах богатства народов*. Пер. с англ. П. Ключкина. М.: Эксмо. 1056 с.
- Стюарт Т.А.** (2007). *Интеллектуальный капитал. Новый источник богатства организаций*. Пер. с англ. В. Ноздриной. М.: Поколение. 368 с.
- Bourdieu P.** (1986). The forms of capital. J. Richardson. *Handbook of Theory and Research for the Sociology of Education*. Westport: Greenwood, 241–258.

Мировая экономика

М.С. Вареник **Влияние сферы исследований и разработок на экономики стран мира: статистический анализ** *Экономика и математические методы*, 2024, 60 (4), с. 15–26

М.С. Вареник,

Высшая школа государственного администрирования, МГУ имени М.В. Ломоносова, Москва; e-mail: msvarenik@anspa.ru

Аннотация. Актуальность эффективного управления научной сферой нарастает год от года, требуя непрерывного уточнения закономерностей получения экономической отдачи от сектора исследований и разработок. В статье рассмотрено современное состояние взаимного влияния развития и финансирования науки в различных странах мира, с одной стороны, и относительных (подушевых) объемов их экономик — с другой. Использовалась широкая линейка показателей, в том числе патентная активность, расходы на исследования и разработки, численность исследователей и число публикаций в изданиях, входящих в базу данных “Scopus”, по предметным областям (относительно численности населения стран). Показано, что наиболее тесная связь между уровнем ВВП по ППС на душу населения и показателями научно-инновационной активности имеет место для общего числа публикаций и для публикаций по предметной области, связанной с экономическими дисциплинами. Выведена формула линейной множественной регрессии взаимозависимости показателей научно-изобретательской деятельности стран мира и уровня их экономики. В формулу вошли только подушевые показатели числа публикаций по экономике и расходов на науку. Сравнение смоделированных данных с реальными показало, что страны, активно занятые добычей нефти и газа (в том числе Россия), демонстрируют уровень экономики выше ожидаемого. Большинство стран – лидеров мировой экономики (США, КНР, Япония, Германия, Франция, Великобритания) имеют уровень экономики, хорошо описываемый полученной моделью. Обеспечение высоких расходов на исследования и разработки имеет первостепенное значение для современного экономического роста. Кроме того, важен общий высокий уровень публикационной активности, с особым вниманием на развитие исследований в такой предметной области, как экономическая наука.

Ключевые слова: показатели развития науки, связь науки с экономическим развитием, исследования и разработки, расходы на НИОКР, публикационная активность, ВВП на душу населения.

Классификация JEL: O30, O33.

УДК: 330.105.

Для цитирования: **Вареник М.С.** (2024). Влияние сферы исследований и разработок на экономики стран мира: статистический анализ // *Экономика и математические методы*. Т. 60. № 4. С. 15–26. DOI: 10.31857/S0424738824040021
Поступила в редакцию 07.06.2024

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Голиченко О.** (2017). Государственная политика и провалы инновационной системы // *Вопросы экономики*. № 2. С. 97–108.
- Заварухин В.П., Соломенцева О.А., Солопова М.А., Чинаева Т.И.** и др. (2021a). *Показатели развития российской и мировой науки: сравнительный анализ: аналитико-статистический сборник*. Вып. 3. 200 с. М.: Институт проблем развития науки (ИПРАН) РАН. DOI: 10.37437/9785912941689-21-sb4
- Заварухин В.П., Соломенцева О.А., Чинаева Т.И., Солопова М.А.** (2021b). Сравнительный анализ основных показателей, характеризующих развитие научной сферы стран мира и России // *Инновации*. № 12 (278). С. 3–11.
- Макаров В.Л., Айвазян А.А., Афанасьев А.А., Бахтизин А.Р., Нанавян А.М.** (2016). Моделирование развития экономики региона и эффективность пространства инноваций // *Форсайт*. Т. 10. № 3. С. 79–90.
- Макаров В.Л., Айвазян С.А., Афанасьев М.Ю., Бахтизин А.Р., Нанавян А.М.** (2014). Оценка эффективности регионов РФ с учетом интеллектуального капитала, характеристик готовности к инновациям, уровня благосостояния и качества жизни // *Экономика региона*. № 4. С. 9–30.
- Макаров В.Л., Бахтизин А.Р., Логинов Е.Л.** (2022). *Применение экономико-математических методов и моделей оптимального планирования в цифровой экономике будущего*. М.: ЦЭМИ РАН.
- Унтура Г.А., Канева М.А., Заболотский А.А.** (2019). Влияние науки, инноваций и концентрации производства на экономический рост регионов России // *Национальные интересы: приоритеты и безопасность*. Т. 15. № 12. С. 2327–2343.
- Черных С.И., Фролова Н.Д., Байбулатова Д.В.** и др. (2020). *Зарубежный опыт финансирования исследований и разработок и возможности его применения в России*. М.: Институт проблем развития науки (ИПРАН) РАН. DOI: 10.37437/9785912941511-20-m5
- Acs Z.J., Audretsch D.B., Feldman M.P.** (1994). R&D spillovers and recipient firm size. *The Review of Economics and Statistics*, 76, 2, 336–340.
- Aghion P., Harris C., Howitt P., Vickers J.** (2001). Competition, imitation and growth with step-by-step innovation. *The Review of Economic Studies*, 68, 3, 467–492.
- Aghion P., Howitt P.** (1992). A model of growth through creative destruction. *Econometrica*, 60, 2, 323–351.
- Audretsch D.B., Feldman M.P.** (1996). R&D spillovers and the geography of innovation and production. *The American Economic Review*, 86, 3, 630–640.
- Bahar D., Hausmann R., Hidalgo C.A.** (2014). Neighbors and the evolution of the comparative advantage of nations: Evidence of international knowledge diffusion? *Journal of International Economics*, 92, 1, 111–123.
- Bahar D., Rapoport H.** (2018). Migration, knowledge diffusion and the comparative advantage of nations. *The Economic Journal*, 128, 612, F273–F305.
- Barro R.J., Sala-i-Martin X.** (1995). *Economic Growth*. N.Y.: McGraw-Hill.
- Bloom N., Draca M., Reenen J. van** (2016). Trade induced technical change? The impact of Chinese imports on innovation, IT and productivity. *The Review of Economic Studies*, 83, 1, 87–117.
- Cai M., Cui R., Li D.** (2023). Trade with innovation benefits: A re-appraisal using micro data from China. *Journal of Asian Economics*, 89, 101664.

- Coe D.T., Helpman E.** (1995). International R&D spillovers. *European Economic Review*, 39, 5, 859–887.
- Coe D.T., Helpman E., Hoffmaister A.W.** (2009). International R&D spillovers and institutions. *European Economic Review*, 53, 7, 723–741.
- Engelbrecht H.J.** (1997). International R&D spillovers, human capital and productivity in OECD economies: An empirical investigation. *European Economic Review*, 41, 8, 1479–1488.
- Fagerberg J., Verspagen B., Caniels M.** (1997). Technology, growth and unemployment across European regions. *Regional Studies*, 31, 5, 457–466.
- Frantzen D.** (2000). R&D, human capital and international technology spillovers: A cross-country analysis. *Scandinavian Journal of Economics*, 102, 1, 57–75.
- Grinin L., Korotayev A.** (2015). *Great divergence and great convergence. A global perspective*. Moscow: Springer International Publishing.
- Grossman G.M., Helpman E.** (1991). Trade, knowledge spillovers, and growth. *European Economic Review*, 35, 2–3, 517–526.
- Hall B.H., Mairesse J., Mohnen P.** (2010). Measuring the Returns to R&D. *Handbook of the Economics of Innovation*. North-Holland, 2, 1033–1082.
- Jaffe A.B.** (1989). Real effects of academic research. *The American Economic Review*, 79, 5, 957–970.
- Jones C.I.** (1995). R&D-based models of economic growth. *Journal of Political Economy*, 103, 4, 759–784.
- Kaneva M., Untura G.** (2019). The impact of R&D and knowledge spillovers on the economic growth of Russian regions. *Growth and Change*, 50, 1, 301–334.
- Keller W.** (2004). International technology diffusion. *Journal of Economic Literature*, 42, 3, 752–782.
- Korotayev A., Zinkina J.** (2014). On the structure of the present-day convergence. *Campus-Wide Information Systems*, 31, 2/3, 139–152.
- Marrocu E., Paci R., Usai S.** (2013). Proximity, networking and knowledge production in Europe: What lessons for innovation policy. *Technological Forecasting and Social Change*, 80, 8, 1484–1498.
- Nair M., Pradhan R.P., Arvin M.B.** (2020). Endogenous dynamics between R&D, ICT and economic growth: Empirical evidence from the OECD countries. *Technology in Society*, 62, 101315.
- Rodríguez-Pose A., Crescenzi R.** (2008). Research and development, spillovers, innovation systems, and the genesis of regional growth in Europe. *Regional Studies*, 42, 1, 51–67.
- Romer P.M.** (1990). Endogenous technological change. Part 2. *Journal of Political Economy*, 98, 5, S71–S102.
- Shu P., Steinwender C.** (2019). The impact of trade liberalization on firm productivity and innovation. *Innovation Policy and the Economy*, 19, 1, 39–68.

Народнохозяйственные проблемы

О.М. Писарева Анализ санкционной устойчивости секторов экономики: приоритеты суверенного развития и технологической модернизации *Экономика и математические методы*, 2024, 60 (4), с. 27–39

О.М. Писарева,

ФГБОУ ВО «Государственный университет управления», Москва; e-mail:

om_pisareva@guu.ru

Аннотация. Цель проведенного исследования — формирование аналитического инструментария и методического обеспечения оценки устойчивости и уязвимости секторов национальной экономики к воздействию внешних санкций. Изучение проблемной области основывалось на применении общенаучных методов обобщения,

анализа и классификации. Для достижения поставленной цели использовались приемы логического, экономического, контентного, статистического, инвестиционного и экспертного анализов, а также методы и эконометрического, и математического моделирования. Предложена система показателей оценки операционной (технологической и коммерческой) и инвестиционной зависимостей сектора экономики от импорта. Обоснованы методические приемы оценки санкционной зависимости сектора при формировании производственных и инвестиционных программ развития. Приведены примеры расчетов показателей зависимости по уровням и аспектам описания сектора в операционной и инвестиционной сферах. Даны рекомендации для использования предложенных показателей в ходе стратегирования и программирования развития в условиях обеспечения технологической независимости и структурной адаптации российской экономики.

Ключевые слова: социально-экономическое развитие, санкции, устойчивость, стратегическое планирование, импортозамещение, импортосмещение, экспортосмещение, цифровая платформа

Классификация JEL: F51, O14, O21, O24, O32, D78, C65.

УДК: 330.34, 354, 338.24, 339.54, 339.56, 330.42.

Для цитирования: **Писарева О.М.** (2024). Анализ санкционной устойчивости секторов экономики: приоритеты суверенного развития и технологической модернизации // *Экономика и математические методы*. Т. 60. № 4. С. 27–39. DOI: 10.31857/S0424738824040035

Поступила в редакцию 18.02.2024

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Березинская О.Б., Ведев А.Л.** (2015). Производственная зависимость российской промышленности от импорта и механизм стратегического импортозамещения // *Вопросы экономики*. № 1. С. 103–115. DOI: 10.32609/0042-8736-2015-1-103-115
- Блохин К.В.** (2022). Россия и Запад. Военно-политический конфликт 2022 года. Меняя правила игры // *Свободная мысль*. № 2. С. 25–34. EDN: <https://elibrary.ru/aeolht>
- Гурвич Е.Т., Прилепский И.В.** (2016). Влияние финансовых санкций на российскую экономику // *Вопросы экономики*. № 1. С. 5–35. DOI: 10.32609/0042-8736-2016-1-5-35
- Изотов Д.А.** (2014). Эмпирические модели общего экономического равновесия // *Пространственная экономика*. № 3. С. 138–167. DOI: 10.14530/se.2014.3.138-167
- Кешнер М.В.** (2015). *Экономические санкции в современном международном праве*. Москва: Проспект.
- Кнобель А.Ю., Прока К.А., Багдасарян К.М.** (2019). Международные экономические санкции: теория и практика их применения // *Журнал Новой экономической ассоциации*. № 3 (43). С. 152–162. DOI: 10.31737/2221-2264-2019-43-3-7
- Мальцев А.А., Сухих В.В.** (2019). Истоки отставания российской экономической науки: случай одного региона // *Вопросы теоретической экономики*. № 2. С. 82–91 DOI: 10.24411/2587-7666-2019-10206
- Медведев Н.П., Васильев Ю.В.** (2022). Переход к многополярному мироустройству: вопросы концептуализации феномена. В сб: *«Актуальные проблемы правоприменения и управления на современном этапе развития общества. IV Национальная заочная научно-практическая конференция»*. Ставрополь. С. 66–89. EDN: <https://elibrary.ru/feaniz>
- Писарева О.М.** (2022). Методологические аспекты оценки уязвимости секторов национальной экономики. В кн.: *«Стратегическое управление устойчивым развитием экономики в новой реальности»*. А.В. Бабкин (ред.). СПб.: ПОЛИТЕХ-ПРЕСС. С. 59–121. DOI: 10.18720/IEP/2022.2/2

- Полтерович В.М.** (2008). Современное состояние теории экономических реформ // *Экономическая наука современной России*. № 1 (40). С.1–34. EDN: <https://www.elibrary.ru/jrhdet>
- Прилепский И.В.** (2019). Финансовые санкции: влияние на потоки капитала и экономический рост Российской Федерации // *Журнал Новой экономической ассоциации*. № 3 (43). С. 163–172. DOI: 10.31737/2221-2264-2019-43-3-8
- Сенотрусова С.В., Сибирякова Я.В.** (2023). Параллельный импорт и другие экономические меры как ответ на санкции в отношении российского импорта // *Государственное управление. Электронный вестник*. № 96. С. 64–73. DOI: 10.24412/2070-1381-2023-96-64-73
- Славецкая Н.С., Миэринь Л.А.** (2022). Ценовой потолок как метод санкционного давления на российский нефтяной экспорт. Часть I // *Известия Санкт-Петербургского государственного экономического университета*. № 5 (137). С. 21–27. EDN: <https://elibrary.ru/yavpvc>
- Becker G.S.** (1957). *The economics of discrimination*. Chicago: Chicago University Press.
- Graham M.** (ed.) (2019). *Digital economies at global margins*. International Development Research Centre. Cambridge, London: The MIT Press. Available at: https://www.researchgate.net/profile/Stefan_Ouma/publication/
- Parlett K.** (2015). The application of the rules on countermeasures in investment claims. In: *Sovereignty, Statehood and State Responsibility. Essays in Honour of James Crawford (LSEPS 2015)*. Ch. Chinkin, F. Baetens (eds.). Cambridge: Cambridge University Press, 389–405.

С.В. Курочкин, М.С. Макушкин **Динамика формы кривой бескупонной доходности российских государственных облигаций** *Экономика и математические методы*, 2024, 60 (4), с. 40–49

С.В. Курочкин,

НИУ «Высшая школа экономики», Москва; e-mail: skurochkin@hse.ru

М.С. Макушкин

НИУ «Высшая школа экономики», Москва; e-mail: mmakushkin@hse.ru

Авторы благодарны рецензенту первого варианта статьи за ценные замечания, позволившие улучшить изложение.

Аннотация. Кривая доходностей графически отображает зависимость процентной ставки от срочности. Форма кривой доходности постоянно привлекает внимание аналитиков, поскольку она косвенно отражает заложенные рынком ожидания относительно будущей траектории процентной ставки. При этом анализ формы кривой доходности обычно осуществляется эвристически — либо через спреды между ставками на различные сроки, либо визуально. В работе формализуется понятие формы кривой доходности в терминах топологических инвариантов дифференцируемых функций. С помощью модели Нельсона–Зигеля (в качестве базовой для кривой бескупонной доходности) показано, что возможно только шесть типов кривой доходностей — монотонно возрастающая, монотонно убывающая, возрастающая с горбом, возрастающая с ямой, инвертированная с горбом и инвертированная с ямой. На реальных данных о кривой бескупонной доходности Московской биржи анализируется динамика перехода рублевой кривой доходности из одного типа в другой. Показано, что переход из нормального возрастающего состояния кривой в инвертированное всегда происходит через горб, а обратный переход — через яму. Это указывает на важную роль среднесрочных ставок в трансформации кривой. Такое поведение связано с привязкой короткого конца кривой доходностей к ключевой ставке. Предложенная классификация формы кривой доходностей может быть полезна исследователям, ищущим инструментарий для формального анализа кривой доходности, а

выводы о закономерностях в динамике кривой могут помочь инвесторам в государственные облигации при разработке стратегий.

Ключевые слова: кривая бескупонной доходности; срочная структура процентных ставок; модель Нельсона–Зигеля; функции Морса.

Классификация JEL: G12, E43.

УДК: 336.01.

Для цитирования: **Курочкин С.В., Макушкин М.С.** (2024). Динамика формы кривой бескупонной доходности российских государственных облигаций // *Экономика и математические методы*. Т. 60. № 4. С. 40–49. DOI: 10.31857/S0424738824040044

Поступила в редакцию 31.03.2024

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Арнольд В.И.** (1978). *Дополнительные главы теории обыкновенных дифференциальных уравнений*. М.: Наука.
- Гамбаров Г.М., Шевчук И.В., Балабушкин А.Н.** (2004). Оценка срочной структуры процентных ставок. Роль рынка государственных ценных бумаг в оценке срочной структуры процентных ставок // *Рынок ценных бумаг*. № 13. С. 1–33.
- Курочкин С.В.** (2021). Нейронная сеть с гладкими функциями активации и без узких горловин почти наверное является функцией Морса // *Журнал вычислительной математики и математической физики*. Т. 61 (7). С. 1172–1178.
- Лапшин В.А., Терещенко М.Ю.** (2018). Выбор модели срочной структуры процентных ставок на основе ее свойств // *Корпоративные финансы*. Т. 12 (2). С. 53–69.
- Макушкин М.С., Лапшин В.А.** (2021). Кривые доходностей на низколиквидных рынках облигаций: особенности оценки // *Экономический журнал Высшей школы экономики*. Т. 25 (2). С. 177–195.
- Макушкин М.С., Лапшин В.А.** (2023). Обработка пропусков в рыночных данных на примере задачи оценки кривой доходностей облигаций // *Финансы: теория и практика*. Т. 27 (6). С. 44–53. DOI: 10.26794/2587-5671-2023-27-6-44-53
- Постников М.М.** (1971). *Введение в теорию Морса*. М.: Наука.
- Ang A., Piazzesi M., Wei M.** (2006). What does the yield curve tell us about GDP growth? *Journal of Econometrics*, 131 (1–2), 359–403.
- Annaert J., Claes A.G., Ceuster M.J. de, Zhang H.** (2013). Estimating the spot rate curve using the Nelson–Siegel model: A ridge regression approach. *International Review of Economics & Finance*, 27, 482–496.
- Arnold V.I.** (2007). Topological classification of Morse functions and generalizations of Hilbert’s 16-th problem. *Mathematical Physics, Analysis and Geometry*, 10, 227–236.
- Arnold V.I.** (2006). Smooth functions statistics. *Functional Analysis and Other Mathematics*, 1, 111–118.
- Banyaga A., Hurtubise D.** (2004). Lectures on Morse homology. Series: *Texts in the Mathematical Sciences*. Vol. 29. Dordrecht: Kluwer Acad. Publ.
- Barber J.R., Copper M.L.** (2012). Principal component analysis of yield curve movements. *Journal of Economics and Finance*, 36 (3), 750–765. DOI: 10.1007/s12197-010-9142-y
- Campbell J.Y.** (1995). Some lessons from the yield curve. *Journal of Economic Perspectives*, 9 (3), 129–152.
- Chauvet M., Potter S.** (2005). Forecasting recessions using the yield curve. *Journal of Forecasting*, 24 (2), 77–103.
- Chazal F., Michel B.** (2021). An introduction to topological data analysis: Fundamental and practical aspects for data scientists. *Frontiers in artificial intelligence*, 4, 108. DOI: 10.3389/frai.2021.667963
- Cook T., Hahn T.** (1990). Interest rate expectations and the slope of the money market yield curve. *FRB Richmond Economic Review*, 76 (5), 3–26.

- Culbertson J.M.** (1957). The term structure of interest rates. *The Quarterly Journal of Economics*, 71 (4), 485–517.
- Diebold F.X., Li C.** (2006). Forecasting the term structure of government bond yields. *Journal of Econometrics*, 130, 337–364. DOI: 10.1016/j.jeconom.2005.03.005
- Diez F., Korn R.** (2020). Yield curve shapes of Vasicek interest rate models, measure transformations and an application for the simulation of pension products. *European Actuarial Journal*, 10, 91–120. DOI: 10.1007/s13385-019-00214-0
- Estrella A., Mishkin F.S.** (1998). Predicting US recessions: Financial variables as leading indicators. *Review of Economics and Statistics*, 80 (1), 45–61.
- Fama E.F., Bliss R.R.** (1987). The information in long-maturity forward rates. *The American Economic Review*, 77 (4), 680–692.
- Fisher I.** (1896). *Appreciation and interest*. Publications of the American Economic Association, 23–29, 88–92.
- Fisher M.** (2001). Forces that shape the yield curve. Parts 1 and 2. Federal Reserve Bank of Atlanta Working Paper, no. 2001-3.
- Hicks J.R.** (1946). *Value and capital*. 2nd ed. Oxford: Oxford University Press.
- Hua J.** (2015). Term structure modeling and forecasting using the Nelson-Siegel model. *Handbook of Financial Econometrics and Statistics*. Springer USA, 1093–1103.
- Ilmanen A.** (1995). *Convexity bias and the yield curve*. N.Y.: Salomon Bros.
- Ilmanen A., Iwanowski R.** (1997). Dynamics of the shape of the yield curve. *The Journal of Fixed Income*, 7 (2), 47.
- Ishii H.** (2023). Yield curve shapes and foreign exchange rates: The term structure of interest rates model approach. *Applied Economics*, 55 (38), 4402–4414.
- Keynes J.M.** (1936). *The general theory of employment, interest and money*. London: Macmillan & Co. Ltd.
- Le C.** (2018). A note on optimization with Morse polynomials. *Commun. Korean Math. Soc.*, 33, 2, 671–676.
- Lutz F.A.** (1940). The structure of interest rates. *Quarterly Journal of Economics*, 55, 36–63.
- McCulloch J.H.** (1971). Measuring the term structure of interest rates. *The Journal of Business*, 44 (1), 19–31.
- Mehl A.** (2009). The yield curve as a predictor and emerging economies. *Open Economies Review*, 20, 683–716.
- Meilă M., Zhang H.** (2024). Manifold learning: What, how, and why. *Annual Review of Statistics and Its Application*, 11. DOI: 10.48550/arXiv.2311.0375
- Modigliani F.R., Sutch R.** (1966). Innovations in interest rate policy. *American Economic Review*, 56, 178–197.
- Nelson C.R., Siegel A.F.** (1987). Parsimonious modeling of yield curves. *Journal of Business*, 473–489.
- Nicolaescu L.I.** (2008). Counting Morse functions on the 2-sphere. *Compositio Mathematica*, 144, 5, 1081–1106.
- Rebonato R., Putyatin V.** (2018). The value of convexity: A theoretical and empirical investigation. *Quantitative Finance*, 18 (1), 11–30. DOI: 10.1080/14697688.2017.1341639
- Shiller R.J., McCulloch H.J.** (1990). The term structure of interest rates. In: *Handbook of Monetary Economics*. Chapter 13. B.M. Friedman, F.H. Hahn (eds.), 627–722. Elsevier (North Holland Publisher).
- Svensson L.E. O.** (1994). Estimating and interpreting forward interest rates: Sweden 1992–1994. *National Bureau of Economic Research. Working Paper no. 4871*.
- Vasicek O.** (1977). An equilibrium characterization of the term structure. *Journal of Financial Economics*, 5 (2), 177–188.
- Wahlström R. R., Paraschiv F., Schürle M.** (2022). A comparative analysis of parsimonious yield curve models with focus on the Nelson-Siegel, Svensson and Bliss versions. *Computational Economics*, 1–38.

А.Д. Засмолин **Большая квартальная байесовская векторная авторегрессия для современной российской экономики** *Экономика и математические методы*, 2024, 60 (4), с. 50–64

А.Д. Засмолин,

Новосибирский государственный университет экономики и управления, Новосибирск; e-mail: zasmolin.98@mail.ru

Аннотация. При прогнозировании экономической динамики часто возникают сложности с выбором необходимых переменных. С одной стороны, модели векторных авторегрессий (VAR) могут решить эту проблему, позволяя учитывать достаточно большое число переменных. С другой стороны, избыточная параметризация подобных моделей не всегда оправдана, потому что зачастую можно подобрать небольшую комбинацию переменных, прогностическая сила которой будет не хуже неограниченных VAR с большим числом переменных и лагов. Байесовские методы помогают решить данную проблему с помощью введения априорных ограничений на коэффициенты VAR. Основной целью данной работы является построение большой квартальной байесовской векторной авторегрессии (QBVAR) для современной российской экономики. Гипотезы исследования: 1) BVAR(p) модели раскрывают свой максимальный потенциал при малом числе переменных, но с большим числом лагов; 2) априорное распределение Миннесота не всегда является оптимальным вариантом для современной российской экономики в модели BVAR(p). Проведенный нами анализ показал, что для ряда важнейших макроэкономических переменных (ВВП, инфляция, ключевая ставка, безработица, заработные платы) приоры типа Normal-Flat/Wishart оказались наиболее оптимальными. В случае 29 входящих переменных и двух лагов прогностическая сила модели QBVAR(2) слабее аналогичной ей частотной VAR(2) или VECM(2). Однако когда удалось найти оптимальные комбинации переменных, QBVAR(p) оказалась в несколько раз точнее аналогичной ей частотной VAR(p) по всем важным макроиндикаторам. Параметры жесткости рассмотренных априорных распределений уменьшаются с ростом входящих лагов в модель, т.е. чем выше порядок модели с минимальным оптимальным набором переменных, тем более жесткое распределение необходимо для более точных прогнозов. Для российских реалий необходимо использовать очень жесткие приоры — до 8 переменных и до 12 лагов в квартальном представлении.

Ключевые слова: байесовская эконометрия, VAR, прогнозирование, макроэконометрика, макроэкономическое моделирование, векторные авторегрессии, теорема Байеса, априорные распределения, российская экономика.

Классификация JEL: C11, C32, C53, E17.

УДК: 330.43.

Для цитирования: Засмолин А.Д. (2024). Большая квартальная байесовская векторная авторегрессия для современной российской экономики // *Экономика и математические методы*. Т. 60. № 3. С. 50–64. DOI: 10.31857/S0424738824040059

Поступила в редакцию 19.07.2023

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Демешев Б.Б., Малаховская О.А. (2016). Макроэкономическое прогнозирование с помощью BVAR Литтермана // *Экономический журнал ВШЭ*. Т. 20. Вып. 4. С. 691–710.
- Дерюгина Е., Пономаренко А. (2015). Большая байесовская векторная авторегрессионная модель для российской экономики // *Серия докладов об экономических исследованиях Банка России*. Т. 6. Вып. 1. С. 5–20.
- Banbura M., Giannone D., Reichlin L. (2010). Large Bayesian VARs. *Journal of Applied Econometrics*, 25, 1, 71–92.

- Bernanke B.S., Boivin J., Elias P.** (2005). Measuring the effects of monetary policy: A factor-augmented vector autoregressive (FAVAR) approach. *The Quarterly Journal of Economics*, 120, 1, 387–422.
- Bernanke B.S., Mihov I.** (1998). Measuring monetary policy. *The Quarterly Journal of Economics*, 113, 3, 869–902.
- Blake A., Mumtaz H.** (2012). *Applied Bayesian econometrics for central bankers*. Vol. 4. London: Bank of England.
- Canova F.** (1995). VAR models: Specification, estimation, inference and forecasting. In: H. Pesaran, M. Wickens (eds.). Vol. 2. *Handbook of Applied Econometrics: Macroeconomics*. Oxford: Oxford Univ. Press., 73–138.
- Giannone D., Lenza M., Primiceri G.E.** (2012). Prior selection for vector autoregressions. *ECB Working Paper Series*, 14, 1494, 5–21.
- Kadiyala K.R., Karlsson S.** (1993). Forecasting with generalized Bayesian vector autoregressions. *Journal of Forecasting*, 12, 3–4, 365–378.
- Litterman R.B.** (1986). Forecasting with Bayesian vector autoregressions — 5 years of experience. *Journal of Business and Economic Statistics*, 4, 1, 25–38.
- Lütkepohl H.** (2005). New introduction to multiple time series analysis. Vol. 1. London: Springer.
- Sims C.A.** (1980). Macroeconomics and reality. *Econometrica*, 48, 1, 1–48.
- Sims C., Zha T.** (1998). Bayesian methods for dynamic multivariate models. *International Economic Review*, 39, 4, 949–968.
- Stock J.H., Watson M.W.** (2005). Implications of dynamic factor models for VAR analysis. *NBER Working Paper*, 86, 11467, 1–43.

Отраслевые проблемы

А.И. Денисова, Д.А. Созаева, К.В. Гончар, Г.А. Александров **Прогнозирование вероятности незакрытия торгов по государственной закупке лекарственных препаратов** *Экономика и математические методы*, 2024, 60 (4), с. 65–76

А.И. Денисова,

Государственный университет управления, Москва; e-mail: a.i.denisova@inbox.ru

Д.А. Созаева,

Московский финансово-промышленный университет «Синергия», Москва; e-mail: dasozaeva@gmail.com

К.В. Гончар,

Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана (национальный исследовательский университет), Москва; e-mail: goncharkv@gmail.com

Г.А. Александров,

УЦ «ПРОГОСЗАКАЗ.РФ», Омск; e-mail: grishaalex@gmail.com

Исследование выполнено при финансовой поддержке Российского научного фонда (проект 23-28-01644).

Аннотация. Качество и своевременность лекарственного снабжения системы здравоохранения посредством проведения государственных закупок является актуальной задачей государственной политики во всех странах мира, включая Россию. Незакрытие (срыв торгов, расторжение уже заключенных контрактов) закупочных процедур в такой социально значимой сфере несет риски для населения, провоцирует возникновение скрытых транзакционных затрат для бюджетной системы, связанных с устранением последствий неудач в закупках. Авторский коллектив в предыдущих работах выявил факторы, которые приводят к незакрытию торгов по закупке лекарственных препаратов и первично оценил последствия их влияния на процедуры закупок. Цель же данной статьи — отталкиваясь от полученных результатов, представить математическую модель

вероятности незакрытия торгов. Для достижения поставленной цели путем обработки более 1 млн извещений о государственных закупках лекарственных препаратов за 2022–2023 гг., собранных из открытых источников, выполнены задачи, методологически не решенные до настоящего времени. Так, составлен набор признаков, сопутствующих незакрытию процедур по закупке лекарственных препаратов; проанализирован состав выделенных признаков, оценено их влияние на факт незакрытия процедуры; построена модель вероятности незакрытия процедуры; проанализированы результаты. В отличие от ранее опубликованных исследований прогнозная модель реализована на ансамблях деревьев решений способом градиентного бустинга. Это позволило существенно повысить качество прогноза по каждому фактору, влияющему на вероятность незакрытия торгов. Полученные в статье результаты обладают не только научной новизной, но и могут быть использованы органами регулирования и контроля в сфере государственных закупок для выработки методических рекомендаций заказчикам, направленных на установление оптимальных условий заключения и исполнения контрактов, что приведет к снижению рисков закупок и ущерба для государственного бюджета.

Ключевые слова: государственные закупки лекарственных препаратов, несостоявшиеся процедуры, вероятность незакрытия торгов по государственным закупкам, модель на градиентном бустинге, риски государственных закупок.

Классификация JEL: C55, C57, F12.

УДК: 338.27.

Для цитирования: Денисова А.И., Созаева Д.А., Гончар К.В., Александров Г.А. (2024). Прогнозирование вероятности незакрытия торгов по государственной закупке лекарственных препаратов // *Экономика и математические методы*. Т. 60. № 4. С. 65–76. DOI: 10.31857/S0424738824040066

Поступила в редакцию 15.02.2024

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Гришин А.А., Строев С.П. (2020). Инструментарий и особенности решения задачи классификации в системах кредитного скоринга // *Continuum. Математика. Информатика. Образование*. № 1 (17). С. 51–59. DOI: 10.24888/2500-1957-2020-17-1-51-59
- Денисова А.И. (2017). Моделирование рисков лицензируемых товарных рынков российской Федерации // *Научные труды Вольного экономического общества России*. Т. 206. № 4. С. 133–145.
- Денисова А.И., Созаева Д.А., Гончар К.В., Александров Г.А. (2023). Совершенствование методологии оценки экономической эффективности государственных закупок лекарственных средств // *Финансовый журнал*. Т. 15. № 4. С. 63–81. DOI: 10.31107/2075-1990-2023-4-63-81
- Денисова А.И., Созаева Д.А., Гончар К.В., Александров Г.А. (2024). Анализ факторов незакрытия торгов по госзакупкам лекарственных препаратов // *Проблемы прогнозирования*. № 1 (202). С. 178–191. DOI: 10.47711/0868-6351-203-178-191
- Лычков И.И., Гончар К.В., Созаева Д.А. (2023). Консерватизм, мобильность, изоляция: подход к исследованию поведения агентов рынка государственных закупок // *Экономика и математические методы*. Т. 59. № 4. С. 45–57. DOI: 10.31857/S042473880026993-1
- Моргунов А.В. (2016). Моделирование вероятности дефолта инвестиционных проектов // *Корпоративные финансы*. Т. 10. № 1 (37). С. 23–45.
- Федоренко И.Н., Михайлова В.В. (2015). Контроль и оптимизация как основа повышения эффективности расходования бюджетных средств в системе государственных закупок // *Инновационная наука*. № 12–1. С. 311–314.
- Adler A.I., Painsky A. (2022). Feature importance in gradient boosting trees with cross-validation feature selection. *Entropy*, 24, 687. DOI: 10.3390/e24050687

- Bentéjac C., Csörgo A., Martínez-Muñoz G.** (2019). A comparative analysis of gradient boosting algorithms. *Artificial Intelligence Review*, 54, 1937–1967.
- Blat'ák J.** (2016). Reduction of the risk in public procurement by using design-build as a means for suitable constructing. *Stavební Obzor – Civil Engineering Journal*, 25 (2). DOI: 10.14311/CEJ.2016.02.0007
- Brink H., Richards J., Fetherolf M.** (2016). *Real-world machine learning*. 1st ed. N.Y.: Manning. 264 p. [Бринк Х., Ричардс Дж., Феверолф М. (2017). *Машинное обучение*. СПб.: Питер. 336 с. (на русс. языке)].
- Dorogush A.V., Ershov V., Gulin A.** (2018). *CatBoost: Gradient boosting with categorical features support*. ArXiv, abs/1810.11363
- Dyer A.S., Zaengle D., Nelson J.R., Duran R., Wenzlick M., Wingo P.C. et al.** (2022). Applied machine learning model comparison: Predicting offshore platform integrity with gradient boosting algorithms and neural networks. *Marine Structures*, 83. DOI: 10.1016/j.marstruc.2021.103152
- Fazekas M., Tóth I.J., King L.P.** (2016). An objective corruption risk index using public procurement data. *The European Journal on Criminal Policy and Research*, 22, 369–397. DOI: 10.1007/s10610-016-9308-z
- Hamzah N., Perera P.N., Rannan-Eliya R.P.** (2020). How well does Malaysia achieve value for money in public sector purchasing of medicines? Evidence from medicines procurement prices from 2010 to 2014. *BMC Health Services Research*, 20, 509. DOI: 10.1186/s12913-020-05362-8
- Jun M.** (2021). A comparison of a gradient boosting decision tree, random forests, and artificial neural networks to model urban land use changes: The case of the Seoul metropolitan area. *International Journal of Geographical Information Science*, 35, 2149–2167.
- Lundberg S.M., Erion G.G., Lee S.** (2018). *Consistent individualized feature attribution for tree ensembles*. ArXiv: abs/1802.03888
- Natekin A., Knoll A.** (2013). Gradient boosting machines, a tutorial. *Front. Neurorobotics*, 7 (21). DOI: 10.3389/fnbot.2013.00021
- Sales L.** (2013). Risk prevention of public procurement in the Brazilian government using credit scoring. 2013 OBEGEF – Observatório de Economia e Gestão de Fraude. *Paper in the International Conference Interdisciplinary Insights on Fraud and Corruption. Working Papers*, 19. 27 p.
- Sudakov O., Burnaev E., Koroteev D.** (2019). Driving digital rock towards machine learning: Predicting permeability with gradient boosting and deep neural networks. *Computers & Geosciences*, 127, 91–98. DOI: 10.1016/j.cageo.2019.02.002
- Sulaeman S., Benidris M., Mitra J. Singh C.** (2017). A wind farm reliability model considering both wind variability and turbine forced outages. *2017 IEEE Power & Energy Society General Meeting*. Chicago (IL), USA, 1–1. DOI: 10.1109/PESGM.2017.8274250
- Velasco R.B., Carpanese I., Interian R., Paulo Neto O.C.G., Ribeiro C.C.** (2021). A decision support system for fraud detection in public procurement. *International Transactions in Operational Research*, 28, 27–47. DOI: 10.1111/itor.12811
- Wang B., Liu Y., Sun X. et al.** (2021) Prediction model and assessment of probability of incident hypertension: The rural Chinese cohort study. *Journal of Human Hypertension*, 35, 74–84. DOI: 10.1038/s41371-020-0314-8

Экологические проблемы

О.В. Кудрявцева, Р.М. Качалов, С.В. Чернявский, Н.Н. Макеева **Эколого-экономические эффекты зеленого финансирования** *Экономика и математические методы*, 2024, 60 (4), с. 77–86

О.В. Кудрявцева,

МГУ им. М.В. Ломоносова, Москва; e-mail: olgakud@mail.ru

Р.М. Качалов,

ЦЭМИ РАН, Москва; e-mail: kachalovlya@yandex.ru

С.В. Чернявский,

ЦЭМИ РАН, Москва; e-mail: vols85-85@mail.ru

Н.Н. Макеева,

МГУ имени М.В. Ломоносова, Москва; e-mail: nata.mackeeva.2010@yandex.ru

Аннотация. В настоящее время три составляющие устойчивого развития приобретают растущее значение для обеспечения существования и развития государств. Данная статья посвящена зеленому финансированию, связывающему экономические и экологические аспекты развития. Зеленое финансирование — направление политики снижения негативных экологических экстерналий и привлечения инвестиций в новые технологии, получившее в последние годы повсеместное распространение. Зеленые облигации являются одним из важнейших ее инструментов. Для оценки влияния выпуска зеленых облигаций на экологическую составляющую, представленную эквивалентом выбросов оксида углерода, в статье впервые была применена процедура паросочетаний к оценке данных компаний, полученных с помощью базы Refinitiv. Авторы показали спецификацию модели, свидетельствующую в пользу принятия гипотезы о наличии влияния выпуска зеленых облигаций на снижение объема выбросов эквивалента оксида углерода в долгосрочном периоде, однако результаты ее логарифмической спецификации оказались неустойчивыми. Из проведенных в статье расчетов следует, что, несмотря на то что эффект от выпуска зеленых облигаций не оказывает моментального воздействия на экологические показатели компании, в долгосрочном периоде он может их улучшить. А это способствует повышению экологического рейтинга компаний и, в свою очередь, может в дальнейшем привлекать инвестиции для развития технологий и инфраструктуры, обеспечивающих технологический суверенитет, использование перспективных источников энергии, применение наилучших доступных технологий, экологизацию транспорта.

Ключевые слова: устойчивое развитие; экологические проекты; зеленое финансирование; зеленые облигации; выбросы парниковых газов; низкоуглеродное развитие; паросочетания (мэтчинг); экологический рейтинг компаний.

Классификация JEL: G12, O16, Q56.

УДК: 336.64, 336.67.

Для цитирования: **Кудрявцева О.В., Качалов Р.М., Чернявский С.В., Макеева Н.Н.**

(2024). Эколого-экономические эффекты зеленого финансирования // *Экономика и математические методы*. Т. 60. № 4. С. 77–86. DOI: 10.31857/S0424738824040073

Поступила в редакцию 23.08.2023

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Бобылёв С.Н., Соловьёва С.В.** (2017). Цели устойчивого развития для будущего России // *Проблемы прогнозирования*. № 3 (162). С. 26–33.
- Богачева О.В., Смородинов О.В.** (2016). «Зеленые» облигации как важнейший инструмент финансирования «зеленых» проектов // *Финансовый журнал*. № 2 (30). С. 70–81.
- Вулдридж Дж.М.** (2009). Оценивание методом «разность разностей» // *Квантиль*. № 6. Март. С. 26–47.
- Попова Т.А., Митракова О.В.** (2022). Издержки эмиссии зеленых облигаций на российском рынке // *Журнал прикладных исследований*. Т. 1. № 8. С. 28–34.
- Слепцова Ю.А., Качалов Р.М.** (2021). Особенности управления риском на предприятиях в составе цифровых бизнес-экосистем // *Научно-технические ведомости СПбГПУ. Экономические науки*. Т. 14. № 4. С. 49–66.
- Троянова А.** (2021). Что такое «зеленые» облигации // *РБК. Тренды*. Режим доступа: <https://trends.rbc.ru/trends/green/>

- Тулупов А.С.** (2021). Оценка риска загрязнения окружающей среды: обзор и систематизация методологических подходов и методического обеспечения // *Вестник Московского университета. Экономика*. № 4. С. 3–27.
- Akerlof G.A.** (1978). *The market for “lemons”: Quality uncertainty and the market mechanism*. *Uncertainty in economics*. N.Y., L.: Academic Press, 235–251.
- Card D., Kreuger A.** (1994). Minimum wages and employment: A case study of the fast-food industry in New Jersey and Pennsylvania. *The American Economic Review*, 84, 4, 772–793.
- Chava S.** (2014). Environmental externalities and cost of capital. *Management Science*, 60, 9, 2223–2247.
- Du S., Bhattacharya C.B., Sen S.** (2010). Maximizing business returns to corporate social responsibility (CSR): The role of CSR communication. *International Journal of Management Reviews*, 12, 1, 8–19.
- Flammer C.** (2020). Green bonds: Effectiveness and implications for public policy. *Environmental and Energy Policy and the Economy*, 1, 1, 95–128.
- Frésard L., Valta P.** (2016). How does corporate investment respond to increased entry threat? *The Review of Corporate Finance Studies*, 5, 1, 1–35.
- Klassen R.D., McLaughlin C.P.** (1996). The impact of environmental management on firm performance. *Management Science*, 42, 8, 1199–1214.
- Williamson O.E.** (1985). *The economic institutions of capitalism. Firms, markets, relational contracting*. N.Y.: The Free Press, 44–52.
- Zerbib O.D.** (2019). The effect of pro-environmental preferences on bond prices: Evidence from green bonds. *Journal of Banking & Finance*, 98, 39–60.

Математический анализ экономических моделей

Л.А. Бекларян, С.В. Борисова, А.С. Акопов, Н.К. Хачатрян **Новые аспекты развития однопродуктовой динамической модели Канторовича замещения производственных фондов** *Экономика и математические методы*, 2024, 60 (4), с. 87–101

Л.А. Бекларян,

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

С.В. Борисова,

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

А.С. Акопов,

ЦЭМИ РАН, Москва; e-mail: akopovas@umail.ru

Н.К. Хачатрян,

ЦЭМИ РАН, Москва; e-mail: nerses-khachatryan@yandex.ru

Аннотация. В условиях развития научно-технического прогресса и роста фондоруженности важной прикладной задачей является моделирование и оптимизация сроков функционирования производственных фондов. Развитие технологий и автоматизация производства ведут к сокращению занятых в производстве трудовых ресурсов. В статье для однопродуктовой динамической модели замещения производственных фондов, учитывающей инерционные свойства вводимых фондов, исследован случай сокращения объема трудовых ресурсов при условии роста выпуска и капиталовложений. Получено решение, которое позволяет определить оптимальную стратегию вывода устаревших фондов и ввода новых, более совершенных, в случае убывания трудовых ресурсов. В качестве критерия оптимизации используется принцип дифференциальной оптимизации. Дана теорема эквивалентности траектории, удовлетворяющей принципу дифференциальной оптимизации, полученному решению. Представлена система функционально-дифференциальных уравнений, которой должны удовлетворять переменные модели как в условиях неубывания, так и сокращения

трудовых ресурсов. Для исследования такой системы использованы численные методы. Рассмотрены варианты развития системы при различных предположениях относительно изменения общего объема трудовых ресурсов. Представлены результаты численной реализации модели.

Ключевые слова: однопродуктовая динамическая модель, производственные фонды, научно-технический прогресс, обновление фондов, срок службы основных фондов, дифференциальная оптимизация.

Классификация JEL: C02; C69; L52; O21.

УДК: 338.32; 338.984; 517.977.1.

Для цитирования: **Бекларян Л.А., Борисова С.В., Акопов А.С., Хачатрян Н.К.** (2024).

Новые аспекты развития однопродуктовой динамической модели Канторовича замещения производственных фондов // *Экономика и математические методы*. Т. 60. № 4. С. 87–101. DOI: 10.31857/S0424738824040086

Поступила в редакцию 27.10.2023

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Акопов А.С., Бекларян Г.Л.** (2022). Оптимизация структуры занятости с использованием мультисекторной модели ограниченного соседства // *Вестник ЦЭМИ*. Т. 5. Вып. 1. Режим доступа: <https://cemi.jes.su/s265838870019919-3-1/> DOI: 10.33276/S265838870019919-3
- Бекларян Л.А., Борисова С.В.** (2002). Об одной динамической модели замещения производственных мощностей // *Экономика и математические методы*. Т. 38. № 3. С. 73–93.
- Бекларян Л.А., Борисова С.В., Хачатрян Н.К.** (2012). Однопродуктовая динамическая модель замещения производственных фондов. Магистральные свойства // *Журнал вычислительной математики и матем. физики*. Т. 52. № 5. С. 801–817.
- Канторович Л.В., Горьков Л.В.** (1959). О некоторых функциональных уравнениях, возникающих при анализе однопродуктовой экономической модели // *Доклады АН СССР*. Т. 129. № 4. С. 732–736.
- Канторович Л.В., Жиянов В.И.** (1973). Однопродуктовая динамическая модель экономики, учитывающая изменение структуры фондов при наличии технического прогресса // *Доклады АН СССР*. Т. 211. № 6. С. 1280–1283.
- Канторович Л.В., Жиянов В.И., Хованский А.Г.** (1978). Принцип дифференциальной оптимизации в применении к однопродуктовой динамической модели экономики // *Сибирский математический журнал*. Т. XIX. № 5. С. 1053–1064.
- Колесникова О.А., Маслова Е.В., Окоелых И.В.** (2022). Проблемы трудовых ресурсов: дефицит, сдвиги в структуре, парадоксы старения // *Социально-трудовые исследования*. Т. 47 (2). С. 42–55. DOI: 10.34022/2658-3712-2022-47-2-42-55
- Кондратьев В.** (2013). Обрабатывающая промышленность: секреты и тенденции // *Прямые инвестиции*. № 8 (136). С. 41–45.
- Макаров В.Л., Бахтизин А.Р., Акопов А.С., Бекларян Г.Л., Ровенская Е.А.** (2020). Агентное моделирование популяционной динамики двух взаимодействующих сообществ: мигрантов и коренных // *Экономика и математические методы*. Т. 56. № 2. С. 5–19. DOI: 10.31857/S042473880009217-7
- Макаров В.Л., Бахтизин А.Р., Акопов А.С., Бекларян Г.Л., Ровенская Е.А., Стрелковский Н.В.** (2022). Агентное моделирование социально-экономических последствий миграции при государственном регулировании занятости жителей // *Экономика и математические методы*. Т. 58. № 1. С. 113–130. DOI: 10.31857/S042473880018960-5
- Макаров В.Л., Бахтизин А.Р., Бекларян Г.Л., Акопов А.С., Ровенская Е.А., Стрелковский Н.В.** (2019). Укрупненная агент-ориентированная имитационная модель миграционных потоков стран Европейского Союза // *Экономика и математические методы*. Т. 55. № 1. С. 3–15. DOI: 10.31857/S042473880004044-7

- Смирных Л.И., Емелина Н.** (2021). *Движение рабочей силы и рабочих мест на российском рынке труда: факты, тенденции, перспективы*. Информационный бюллетень. М.: Изд. дом Высшей школы экономики.
- Смоляк С.А.** (2022а). О назначении сроков службы технических систем в условиях инфляции // *Бизнес-информатика*. Т. 16. № 2. С. 74–88. DOI: 10.17323/2587-814X.2022.2.74.88
- Смоляк С.А.** (2022б). Экономический критерий оптимизации срока службы машин и оборудования с учетом их надежности // *Экономическая наука современной России*. № 1 (96). С. 45–55. DOI: 10.33293/1609-1442-2022-1 (96)-45-55
- Boucekkine R., de La Croix D., Licandro O.** (2011). Vintage capital theory: Three breakthroughs. *Barcelona GSE Working Paper Series Working Paper no. 565*.
- Hartman J.C., Tan C.H.** (2014). Equipment replacement analysis: A literature review and directions for future research. *The Engineering Economist*, 59, 2, 136–153.
- Horenbeek A. van, Pintelon L., Muchiri P.** (2010). Maintenance optimization models and criteria. *International Journal of System Assurance Engineering and Management*, 1 (3), 189–200.
- Jiang X., Makis V., Jardine A.K.S.** (2001). Optimal repair/ replacement policy for a general repair model. *Advances in Applied Probability*, 33 (01), 206–222.
- Werbińska-Wojciechowska S.** (2019). Technical system maintenance. Delay-time-based modelling. N.Y.: Springer.
- Yatsenko Y., Hritonenko N.** (2005). Optimization of the lifetime of capital equipment using integral models. *Journal of Industrial and Management Optimization*, 1, 4, 415–432.

О.В. Жданеев, И.Р. Овсянников **Экономическая модель распространения инноваций**
Экономика и математические методы, 2024, 60 (4), с. 102–112

О.В. Жданеев,

Ордена Трудового Красного Знамени Институт нефтехимического синтеза им. А.В. Топчиева РАН (ИНХС РАН), Москва; e-mail: Zhdaneev@rosenergo.gov.ru

И.Р. Овсянников,

АО «Центр эксплуатационных услуг», ФГАОУ ВО МФТИ, Москва; e-mail: ovsyannikov.ir@phystech.edu

Аннотация. Анализ и оценка эффективности инноваций требует развития инструментов моделирования процесса их распространения в отрасли. В данной работе представлена модель распространения инноваций, основанная на физических подходах и описывающая стадии ускоряющегося и замедляющегося роста. Для описания экспоненциального роста используется диффузионная модель, а для логарифмического — электротехническая модель. В работе представлено соответствие физических параметров их экономическим аналогам: размер компании, характеристика скорости обмена информации между фирмами, готовность компании к внедрению инновации, межфирменное влияние и прорывной уровень инновации. Полученная теоретическая модель протестирована на исторических данных внедрения инноваций в топливно-энергетическом комплексе с последующей корректировкой коэффициентов, зависящих от региона внедрения инновации. Разработанная модель применима для описания процесса распространения инноваций в любой отрасли страны, а также при инвестиционном и бизнес-планировании в компаниях и принятии решений об инвестировании в инновационные проекты. При применении данного инструмента в отраслях с низким уровнем инновационной активности прогнозируется повышение уровня высокотехнологического производства и доли организаций, осуществляющих технологичные инновации. На примере топливно-энергетической отрасли России прогнозируется повышение технологичности предприятий и снижение уровня импортозависимости.

Ключевые слова: технологическое развитие; инновации; управление инновациями.

Классификация JEL: O33.

УДК: 51-77.

Для цитирования: **Жданеев О.В., Овсянников И.Р.** (2024). Экономическая модель распространения инноваций // *Экономика и математические методы*. Т. 60. № 4. С. 102–112. DOI: 10.31857/S0424738824040092

Поступила в редакцию 27.02.2024

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Голышева Е.А., Жданеев О.В., Коренев В.В., Лядов А.С., Рубцов А.С.** (2020). Нефтехимическая отрасль России: анализ текущего состояния и перспектив развития // *Журнал прикладной химии*. Т. 93. № 10. С. 1499–1507. DOI: 10.31857/S0044461820100126
- Цветкова Н.А., Туккель И.Л.** (2017). Модели распространения инноваций: от описания к управлению инновационными процессами // *Инновации*. № 11 (229). Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/modeli-rasprostraneniya-innovatsiy-ot-opisaniya-k-upravleniyu-innovatsionnymi-protsessami>
- Цветкова Н.А.** (2018). О взаимном влиянии инноваций // *Инновации*. № 3 (233). Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/o-vzaimnom-vliyanii-innovatsiy>
- Abrahamson E., Rosenkopf L.** (1997). Social network effects on the extent of innovation diffusion: A computer simulation. *Organizational Science*, 8, 3, 289–309.
- Adiano C., Roth A.V.** (1994). Beyond the house of quality: Dynamic QFD. *Benchmarking for Quality Management & Technology*, 1, 1, 25–37.
- Bass F.M.** (1969). A new product growth for model consumer durables. *Management Science*, 15, 5, 215–227.
- Benhabib J., Perla J., Tonetti C.** (2016). The growth dynamics of innovation, diffusion, and the technology frontier. [Report]. N.Y.: New York University. 1057 p.
- Delre S.A., Jager W., Janssen M.A.** (2007). Diffusion dynamics in small-world networks with heterogeneous consumers. *Computational and Mathematical Organization Theory*, 13, 2, 185–202.
- Fuenfschilling L., Truffer B.** (2014). The structuration of socio-technical regimes: Conceptual foundations from institutional theory. *Research Policy*, 43, 772–791. DOI: 10.1016/j.respol.2013.10.010
- Galitskaya E., Zhdaneev O.** (2022). Development of electrolysis technologies for hydrogen production: A case study of green steel manufacturing in the Russian Federation. *Environmental Technology and Innovation*, 27, 102517 (in English). DOI: 10.1016/j.eti.2022.102517
- Lypez-Pintado D.** (2008). Diffusion in complex social networks. *Games and Economic Behavior*, 62, 2, 573–590.
- Mahajan V., Peterson R.** (1985). Models for innovation diffusion. *Quantitative Applications in the Social Sciences*. Sage University Paper. Newbury Park: SAGE Publications, Inc.
- Mardani A., Jusoh A., Zavadskas E.K., Cavallaro E.K., Khalifah Z.** (2015). Sustainable and renewable energy: An overview of the application of multiple criteria decision making techniques and approaches. *Sustainability*, 7, 10, 13947–13984.
- Meade N., Islam T.** (2006). Modelling and forecasting the diffusion of innovation — a 25-year review. *International Journal of Forecast*, 22, 514–545.
- Moskalev A., Tsygankov N.** (2021). Diffusion model of various modifications of an innovative product. *E3S Web of Conferences*. EDP Sciences, 320, 03004 (in English).
- Ovsyannikov I.R., Zhdaneev O.V.** (2024). Forecast of innovative activity in key areas of energy transition technologies based on analysis of patent activity. *International Journal of Hydrogen Energy*, 87, 1261–1276. DOI: 10.1016/j.ijhydene.2024.08.375 (in English).
- Pelegrin B., Fernandez P., Perez M.D.G.** (2014). Profit maximization and reduction of the cannibalization effect in chain expansion. *Annals of Operations Research*, 1–19.

- Rogers E.M.** (2009). Innovation diffusion: Social network models. In: *Encyclopedia of complexity science and technology*, 4554–4562.
- Tsvetkova N.A., Tukkel I.L., Ablyazov V.I.** (2017). Simulation modeling the spread of innovations. *2017 XX IEEE International Conference on Soft Computing and Measurements (SCM)*. St. Petersburg, Russia, 675–677 (in English). DOI: 10.1109/SCM.2017.7970686 Available at: <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/>
- Young H.P.** (2009). Innovation diffusion in heterogeneous populations: Contagion, social influence, and social learning. *American Economic Review*, 99, 5, 1899–1924.
- Zhdaneev O.V., Frolov K.N.** (2024). Technological and institutional priorities of the oil and gas complex of the Russian Federation in the term of the world energy transition. *International Journal of Hydrogen Energy*, 58, 1418–1428. DOI: 10.1016/j.ijhydene.2024.01.285

К.М. Зубрилин Парная кусочно-линейная регрессионная модель с фиксированными узлами *Экономика и математические методы*, 2024, 60 (4), с. 113–124

К.М. Зубрилин,

Филиал ФГБОУ ВО «Керченский государственный морской технологический университет»,
Феодосия; e-mail: kzubrilin@yandex.ru

Аннотация/ В работе представлен метод построения парной регрессионной модели в классе кусочно-линейных функций с фиксированными узлами. Вводится понятие линейного разбиения корреляционного поля, его частичных участков и его узлов. С помощью данного разбиения корреляционного поля определяется класс кусочно-линейных функций с фиксированными узлами. Линейное разбиение выявляется в ходе визуального анализа корреляционного поля. С помощью метода наименьших квадратов составляется система линейных уравнений для нахождения точечных оценок параметров аппроксимирующей функции. Исключением двух неизвестных угловых коэффициентов эта система приводится к трехдиагональной системе уравнений, неизвестными которой являются узловые значения аппроксимирующей функции. Трехдиагональная система решается методом прогонки. Сконструирован алгоритм для демонстрации работы метода. Его исходными данными являются массивы значений объясняющей и зависимой переменных, а также массив номеров правых концов интервалов, определяющих узлы. Из массива значений объясняющей переменной и массива номеров правых концов интервалов строится массив фиксированных узлов. Далее строится массив точечных оценок параметров аппроксимирующей функции. Данный алгоритм реализован на языке Python в виде пользовательских функций.

Ключевые слова: корреляционное поле, линейное разбиение корреляционного поля, кусочно-линейная функция с фиксированными узлами, кусочно-линейная аппроксимация, парная регрессионная модель, метод наименьших квадратов, трехдиагональная система, метод прогонки.

Классификация JEL: C20.

УДК: 330.43.

Для цитирования: **Зубрилин К.М.** (2024). Парная кусочно-линейная регрессионная модель с фиксированными узлами // *Экономика и математические методы*. Т. 60. № 4. С. 113–124. DOI: 10.31857/S0424738824040103

Поступила в редакцию 25.05.2023

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Боровской И.Г., Костелей Я.В.** (2017). Прогнозная модель финансовых рядов на основе кусочно-линейной аппроксимации // *Доклады ТУСУРа*. Т. 20. № 2. С. 73–75.
- Иванова Н.К., Лебедева С.А., Носков С.И.** (2016). Идентификация параметров некоторых негладких регрессий // *Информационные технологии и проблемы математического моделирования в управлении сложными системами*. № 17. С. 107–110.

- Ильин В.П., Кузнецов Ю.И.** (1985). Трехдиагональные матрицы и их приложения. Москва: Наука.
- Носков С.И.** (2013). Оценивание параметров аппроксимирующей функции с постоянными пропорциями // *Современные технологии. Системный анализ. Моделирование*. № 2. С. 135–136.
- Носков С.И.** (2023). Подход к формализации вложенной кусочно-линейной регрессии // *Международный журнал гуманитарных и естественных наук*. № 1–2 (76). С. 218–220.
- Носков С.И., Лоншаков Р.В.** (2008). Идентификация параметров кусочно-линейной регрессии // *Информационные технологии и проблемы математического моделирования в управлении сложными системами*. № 6. С. 63–64.
- Носков С.И., Хоняков А.А.** (2019). Программный комплекс построения некоторых типов кусочно-линейных регрессий // *Информационные технологии и математическое моделирование в управлении сложными системами*. № 3. С. 47–55.