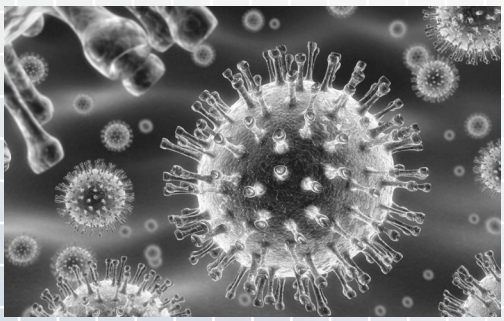
Print ISSN: 2410-132X
Online ISSN: 2949-4680

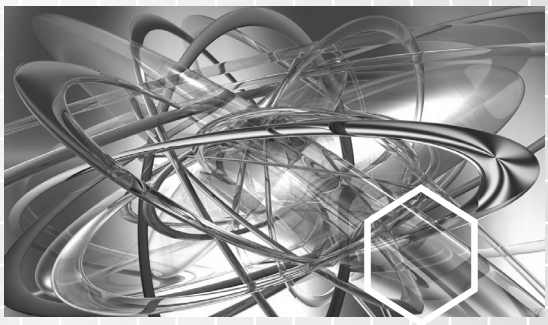
ЭКОНОМИКА НАУКИ

Научно-практический журнал

№4
2024
Т.10

ECONOMICS OF SCIENCE





ISSN 2410-132X
9 772410 132008 >

Журнал «Экономика науки» включен в перечень рецензируемых научных изданий, в которых должны быть опубликованы научные результаты диссертаций на соискание ученых степеней кандидата и доктора наук.

Журнал «Экономика науки» включен в репозиторий открытого доступа «КиберЛенинка», который экспортирует свои данные в открытые международные репозитории научной информации такие, как Google Scholar, OCLC WorldCat, ROAR, BASE, OpenDOA, RePEc, Соционет и др.

Главный редактор

- ***Сухарев Олег Сергеевич,*** доктор экономических наук, профессор, главный научный сотрудник Центра институтов социально-экономического развития Института экономики РАН (Москва, Россия), профессор кафедры «Теория и методология государственного и муниципального управления» факультета государственного управления МГУ им. М.В. Ломоносова (Москва, Россия)

Заместитель главного редактора

- ***Кочетков Дмитрий Михайлович,*** кандидат экономических наук, доцент кафедры теории вероятностей и кибербезопасности Российского университета дружбы народов (РУДН) (Москва, Россия), старший научный сотрудник научно-исследовательской лаборатории по проблемам университетского развития Уральского федерального университета им. первого Президента России Б.Н. Ельцина (Екатеринбург, Россия), докторант Центра изучения науки и технологий Лейденского университета (Лейден, Нидерланды)

Научный редактор

- ***Ерёмченко Ольга Андреевна,*** старший научный сотрудник Центра пространственной экономики Лаборатории инфраструктурных и пространственных исследований Института прикладных экономических исследований Российской академии народного хозяйства и государственной службы (РАНХиГС) (Москва, Россия)

Ответственный секретарь

- ***Борискина Надежда Валентиновна,*** e-mail: ecna@ranepa.ru

Редакционный совет

Председатель

- ***Глазьев Сергей Юрьевич,*** доктор экономических наук, профессор, академик РАН, Член коллегии (Министр) по интеграции и макроэкономике Евразийской экономической комиссии (Москва, Россия)

Заместитель председателя

- ***Иванов Владимир Викторович,*** доктор экономических наук, кандидат технических наук, член-корреспондент РАН, Заместитель президента Российской академии наук, руководитель Информационно-аналитического центра «Наука» (Москва, Россия)

Члены Редакционного совета

- ***Агеев Александр Иванович,*** доктор экономических наук, профессор, директор АНО «Институт экономических стратегий» (Москва, Россия), генеральный директор Международного научно-исследовательского института проблем управления (Москва, Россия)
- ***Акбердина Виктория Викторовна,*** доктор экономических наук, профессор РАН, член-корреспондент РАН, заместитель директора, руководитель отдела региональной промышленной политики и экономической безопасности Института экономики Уральского отделения Российской академии наук (Екатеринбург, Россия)
- ***Бахтизин Альберт Рауфович,*** доктор экономических наук, профессор РАН, член-корреспондент РАН, директор Центрального экономико-математического института Российской академии наук (ЦЭМИ РАН) (Москва, Россия), заведующий кафедрой математических методов анализа экономики экономического факультета Московского государственного университета им. М.В. Ломоносова (Москва, Россия)
- ***Глухов Виктор Алексеевич,*** кандидат технических наук, заместитель генерального директора ООО «Научная электронная библиотека».
- ***Дементьев Виктор Евгеньевич,*** доктор экономических наук, профессор, член-корреспондент РАН, главный научный сотрудник Центрального экономико-математического института РАН (ЦЭМИ РАН) (Москва, Россия)
- ***Заварухин Владимир Петрович,*** кандидат экономических наук, директор Института проблем развития науки РАН (Москва, Россия)
- ***Клейнер Георгий Борисович,*** доктор экономических наук, профессор, член-корреспондент РАН, заместитель научного руководителя Центрального экономико-математического института Российской академии наук (ЦЭМИ РАН) (Москва, Россия), руководитель научного направления «Мезоэкономика, наименование микроэкономика, корпоративная экономика»
- ***Кулагин Андрей Сергеевич,*** доктор экономических наук, главный научный сотрудник Института проблем развития науки Российской академии наук (Москва, Россия)
- ***Малинецкий Георгий Геннадьевич,*** доктор физико-математических наук, профессор, заведующий отделом в Институте прикладной математики им. М.В. Келдыша Российской академии наук (Москва, Россия), директор Центра синергетики и гуманитарно-технологической революции ИФПИ Московского гуманитарного университета (Москва, Россия)
- ***Мау Владимир Александрович,*** доктор экономических наук, профессор, заслуженный экономист Российской Федерации (Москва, Россия)
- ***Миролюбова Татьяна Васильевна,*** доктор экономических наук, профессор, декан Экономического факультета Пермского государственного национального исследовательского университета (Пермь, Россия)
- ***Пороховский Анатолий Александрович,*** доктор экономических наук, профессор, профессор, научный руководитель кафедры политической экономии Московского государственного университета им. М.В. Ломоносова (Москва, Россия)
- ***Сандлер Даниил Геннадьевич,*** доктор экономических наук, доцент, первый проректор по экономике и стратегическому развитию, ведущий научный сотрудник, заведующий кафедрой Уральского федерального университета им. первого Президента России Б.Н. Ельцина (Екатеринбург, Россия)
- ***Сидельников Юрий Валентинович,*** доктор технических наук, главный научный сотрудник Институт проблем управления им. В.А. Трапезникова РАН, профессор кафедры производственного менеджмента и маркетинга Московского авиационного института.
- ***Силин Яков Петрович,*** доктор экономических наук, профессор, ректор, профессор кафедры региональной, муниципальной экономики и управления Уральского государственного экономического университета (Екатеринбург, Россия)
- ***Спасенников Валерий Валентинович,*** доктор психологических наук, профессор, профессор кафедры «Гуманитарные и социальные дисциплины» Брянского государственного инженерно-технологического университета (Брянск, Россия)
- ***Тумин Валерий Максимович,*** доктор экономических наук, профессор, профессор кафедры менеджмента Московского политехнического университета (Москва, Россия)

Редакционная коллегия

- ***Агарков Гавриил Александрович***, доктор экономических наук, доцент, главный бухгалтер – начальник Управления бухгалтерского учета и финансового контроля, заведующий научно-исследовательской лаборатории по проблемам университетского развития Уральского федерального университета им. первого Президента России Б.Н. Ельцина (Екатеринбург, Россия)
- ***Васин Сергей Михайлович,*** доктор экономических наук, профессор, проректор по научной работе и инновационной деятельности, профессор кафедры «Экономическая теория и международные отношения» Пензенского государственного университета (Пенза, Россия)
- ***Воденко Константин Викторович,*** доктор философских наук, профессор, заведующий кафедрой «Социальные и гуманитарные науки» Южно-Российского государственного политехнического университета (НПИ) им. М.И. Платова (Новочеркасск, Россия)
- ***Ерзнкян Баграт Айкович,*** доктор экономических наук, профессор, главный научный сотрудник, руководитель лаборатории в Центральном экономико-математическом институте РАН (ЦЭМИ РАН) (Москва, Россия), также Государственный университет управления (ГУУ) (Москва, Россия), Государственный академический университет гуманитарных наук (ГАУГН) (Москва, Россия)
- ***Ерохин Виктор Викторович,*** доктор технических наук, доцент, профессор кафедры математических методов и бизнес-информатики Московского государственного института международных отношений (университета) (Москва, Россия), профессор Московского государственного технического университета имени Н.Э. Баумана (Москва, Россия)
- ***Зайт Адриана,*** PhD, профессор, руководитель Докторской школы экономики и делового администрирования, Университет Александру Иоан Куза (Яссы, Румыния)
- ***Зенкина Елена Вячеславовна,*** доктор экономических наук, доцент, заведующая кафедрой мировой экономики, директор центра координации и сопровождения научно-исследовательских проектов Российского государственного гуманитарного университета (РГГУ) (Москва, Россия)
- ***Зинковский Сергей Борисович,*** кандидат юридических наук, доцент, Почетный работник сферы образования, директор Юридического института, доцент кафедры теории права и государства Российского университета дружбы народов (РУДН) (Москва, Россия), член Правления Ассоциации юридического образования Российской Федерации, адвокат Адвокатской палаты г. Москвы
- ***Инверницци Ноэла,*** PhD, доцент Школы образования и аспирантуры по государственной политике, Федеральный университет Параны (Куритиба, Бразилия)
- ***Клеева Людмила Петровна,*** доктор экономических наук, профессор, зав. сектором проблем интеграции науки и образования Института проблем развития науки РАН, профессор кафедры корпоративного управления Высшей школы корпоративного управления Российской академии народного хозяйства и государственной службы (РАНХиГС)
- ***Клюкин Пётр Николаевич,*** доктор экономических наук, профессор, профессор кафедры социальной и экономической истории России Российской академии народного хозяйства и государственной службы (РАНХиГС) (Москва, Россия)
- ***Кочча Марио,*** PhD, директор по исследованиям Национального исследовательского совета Италии, Колледжа Карло Альберто (Moncalieri-Torino, Италия)
- ***Кулагина Наталья Александровна,*** доктор экономических наук, профессор, директор инженерно-экономического института Брянского государственного инженерно-технологического университета, старший научный сотрудник, профессор Института промышленного менеджмента Санкт-Петербургского государственного политехнического университета имени Петра Великого
- ***Мазони Элисон Фернандес,*** научный сотрудник Института геонаук Университета Кампинаса (Кампинас, Бразилия), научный сотрудник Центра исследований науки и технологий Лейденского университета (Лейден, Нидерланды) (ORCID, Scopus)
- ***Меоли Микеле,*** PhD, доцент, Департамент менеджмента, информации и производственной инженерии, Университет Бергамо (Бергамо, Италия)
- ***Орехова Светлана Владимировна,*** доктор экономических наук, доцент, профессор кафедры информационных технологий и статистики Уральского государственного экономического университета (Екатеринбург, Россия)
- ***Пономарев Бранко Л.,*** PhD, доцент, Департамент государственного управления, Техасский университет в Сан-Антонио (Сан-Антонио, Техас, США)
- ***Попов Евгений Васильевич,*** доктор экономических наук, профессор, член-корреспондент РАН, директор Центра социально-экономических исследований и экспертиз Уральского института управления РАНХиГС (Екатеринбург, Россия), профессор Уральского федерального университета им. Первого Президента России Б.Н. Ельцина (Екатеринбург, Россия) и Тюменского государственного университета (Тюмень, Россия)
- ***Сержио Луис Монтейру Саллес-Фильо,*** PhD, профессор Департамента научно-технической политики, координатор Лаборатории исследований организации науки и инноваций Института наук о земле Университета Кампинаса (Кампинас, Бразилия)
- ***Сидорова Александра Александровна,*** доцент кафедры теории и методологии государственного и муниципального управления ФГУ МГУ имени М.В. Ломоносова, кандидат экономических наук (Москва, Россия)
- ***Стрижакова Екатерина Никитична,*** доктор экономических наук, доцент, профессор кафедры «Отраслевая экономика и управление» Брянского государственного инженерно-технологического университета (Брянск, Россия)
- ***Теняков Иван Михайлович,*** доктор экономических наук, доцент, профессор кафедры политической экономии Московского государственного университета имени М.В. Ломоносова (Москва, Россия)
- ***Тургель Ирина Дмитриевна,*** доктор экономических наук, профессор, директор Школы экономики и менеджмента, зав. кафедрой теории, методологии и правового обеспечения ГМУ Института экономики и управлении, Уральский федеральный университет им. первого Президента России Б.Н. Ельцина (Екатеринбург, Россия)
- ***Феррара Массимилиано,*** PhD, профессор, Факультет права, экономики и гуманитарных наук, научный руководитель Лаборатории принятия решений, Медитерранский университет Реджо-ди-Калабрия (Реджо-Калабрия, Италия)

Editor-in-chief

- *Prof. Dr. Oleg Sukharev,* Chief Researcher of the Center for Institutions of Socio-Economic Development of the Institute of Economics of the Russian Academy of Sciences (Moscow, Russia), Professor of the Department of Theory and Methodology of State and Municipal Administration, Faculty of Public Administration, Lomonosov Moscow State University (Moscow, Russia)

Managing Editor

- *Dr. Dmitry Kochetkov,* Associate Professor the Department of Probability Theory and Cybersecurity of Peoples' Friendship University of Russia (RUDN University) (Moscow, Russia), Senior Researcher of the Research Laboratory for University Development of Ural Federal University (Yekaterinburg, Russia), PhD Candidate at the Centre for Science and Technology Studies (CWTS) of Leiden University (Leiden, the Netherlands)

Science Editor

- *Olga Eremchenko,* Senior Researcher, Center for Spatial Economics, Laboratory for Infrastructure and Spatial Research, Institute for Applied Economic Research of the Russian Presidential Academy of National Economy and Public Administration (RANEPA) (Moscow, Russia)

Assistant Editor

- *Nadezhda Boriskina,* e-mail: ecna@ranepa.ru

Editorial Council

Chairman

- *Prof. Dr. Sergey Glazyev,* Academician of the Russian Academy of Sciences, Member of the Board (Minister) for Integration and Macroeconomics of the Eurasian Economic Commission (Moscow, Russia)

Vice-Chairman

- *Dr. Vladimir Ivanov,* Corresponding Member of the Russian Academy of Sciences, Vice-President of the Russian Academy of Sciences, Head of the Information and Analytical Center "Nauka" (Moscow, Russia)

Members of the Editorial Council

- *Prof. Dr. Alexander Ageev,* Director of the ANO "Institute for Economic Strategies" (Moscow, Russia), Director General of the International Research Institute for Management Problems (Moscow, Russia)
- *Prof. Dr. Victoria Akberdina,* Corresponding Member of the Russian Academy of Sciences, Deputy Director, Head of the Department of Regional Industrial Policy and Economic Security of the Institute of Economics, Ural Branch of the Russian Academy of Sciences (Yekaterinburg, Russia)
- *Prof. Dr. Albert Bakhtizin,* Corresponding Member of the Russian Academy of Sciences, Director of the Central Economics and Mathematics Institute of the Russian Academy of Sciences (CEMI RAS) (Moscow, Russia), Head of the Department of Mathematical Methods for Analyzing Economics, Faculty of Economics, Lomonosov Moscow State University (Moscow, Russia)
- *Dr. Viktor Glukhov,* deputy general director of Scientific Electronic Library LLC.
- *Prof. Dr. Viktor Dementiev,* Corresponding Member of the Russian Academy of Sciences, Chief Researcher of the Central Economics and Mathematics Institute of the Russian Academy of Sciences (CEMI RAS) (Moscow, Russia)
- *Prof. Dr. Georgy Kleiner,* Corresponding Member of the Russian Academy of Sciences, Deputy Director for Research of the Central Economics and Mathematics Institute of the Russian Academy of Sciences (CEMI RAS) (Moscow, Russia), Head of the research area "Mesoeconomics, microeconomics, corporate economics"
- *Dr. Andrey Kulagin,* Chief Researcher of the Institute for the Development of Science of the Russian Academy of Sciences (Moscow, Russia)
- *Prof. Dr. Georgy Malinetsky,* Head of Department at the Keldysh Institute of Applied Mathematics of the Russian Academy of Sciences (Moscow, Russia), Director of the Center for Synergetics, and Humanitarian and Technological Revolution, Moscow University for the Humanities (Moscow, Russia)
- *Prof. Dr. Vladimir Mau,* Honored Economist of the Russian Federation (Moscow, Russia)
- *Prof. Dr. Tatyana Mirolyubova,* Dean of the Faculty of Economics, Perm State National Research University (Perm, Russia)
- *Prof. Dr. Anatoly Porokhovsky,* Scientific Supervisor of the Department of Political Economy, Lomonosov Moscow State University (Moscow, Russia)
- *Dr. Daniil Sandler,* Associate Professor, First Vice-Rector for Economics and Strategic Development, Lead Researcher, Head of the Department of the Ural Federal University (Yekaterinburg, Russia)
- *Prof. Dr. Yury Sidel'nikov,* Chief Researcher at the V.A. Trapeznikov Institute of Control Sciences of Russian Academy of Sciences, Professor of the Department of Production Management and Marketing at the Moscow Aviation Institute.
- *Prof. Dr. Yakov Silin,* Rector, Professor of the Department of Regional, Municipal Economics and Management, Ural State University of Economics (Yekaterinburg, Russia)
- *Prof. Dr. Valery Spasennikov,* Professor of the Department of Humanitarian and Social Disciplines, Bryansk State Engineering and Technology University (Bryansk, Russia)
- *Prof. Dr. Valery Tumin,* Professor of the Department of Management, Moscow Polytechnic University (Moscow, Russia)
- *Dr. Vladimir Zavarukhin,* Director of the Institute for the Development of Science of the Russian Academy of Sciences (Moscow, Russia)

Editorial Board

- ***Dr. Gavriil Agarkov,*** Chief Accountant – Head of the Accounting and Financial Control Department, Head of the Research Laboratory for University Development of Ural Federal University (Yekaterinburg, Russia)
- ***Dr. Mario Coccia,*** Research Director at National Research Council of Italy, Collegio Carlo Alberto (Moncalieri-Torino, Italy)
- ***Prof. Dr. Bagrat Erznkyan,*** Chief Researcher, Head of Laboratory at the Central Economics and Mathematics Institute of the Russian Academy of Sciences (CEMI RAS) (Moscow, Russia), Professor of State University of Management (GUU) (Moscow, Russia), State Academic University for the Humanities (Moscow, Russia)
- ***Prof. Dr. Victor Erokhin,*** Professor of the Department of Mathematical Methods and Business Informatics of the Moscow State Institute of International Relations (MGIMO University) (Moscow, Russia), Professor of the Bauman Moscow State Technical University (Moscow, Russia)
- ***Prof. Dr. Massimiliano Ferrara,*** Full Professor, Department of Law, Economics and Human Sciences, Scientific Director of Decisions LAB, University Mediterranea of Reggio Calabria (Reggio Calabria, Italy)
- ***Dr. Noela Invernizzi,*** Associate Professor, Education School and Public Policy Graduate Program, Federal University of Parana (Curitiba, Brazil)
- ***Prof. Dr. Lyudmila Kleeva,*** Head of Sector for the Problems of Integration of Science and Education of the Institute for the Development of Science of the Russian Academy of Sciences (Moscow, Russia), Professor of the Department of Corporate Governance of the Higher School of Corporate Governance of the Russian Academy of National Economy and Public Administration (RANEPA) (Moscow, Russia)
- ***Prof. Dr. Petr Klyukin,*** Professor of the Department of Social and Economic History of Russia, Russian Presidential Academy of National Economy and Public Administration (RANEPA) (Moscow, Russia)
- ***Prof. Dr. Natalya Kulagina,*** Director of the Engineering and Economics Institute of the Bryansk State Engineering and Technology University (Bryansk, Russia), Senior Researcher, Professor of the Institute of Industrial Management of the Peter the Great St. Petersburg State Polytechnic University (St. Petersburg, Russia)
- ***Dr. Alysson Fernandes Mazoni,*** Post-doctoral fellow, Institute of Geosciences, University of Campinas (Campinas, Brazil), Post-doctoral fellow, Centre for Science and Technology Studies, Leiden University (Leiden, the Netherlands)
- ***Dr. Michele Meoli,*** Associate Professor, University of Bergamo, Department of Management, Information and Production Engineering (Bergamo, Italy)
- ***Prof. Dr. Svetlana Orekhova,*** Professor of the Department of Information Technologies and Statistics, Ural State University of Economics (Yekaterinburg, Russia)
- ***Dr. Branco Ponomariov,*** Associate Professor, Department of Public Administration, The University of Texas at San Antonio (San Antonio, USA)
- ***Prof. Dr. Evgeny Popov,*** Corresponding Member of the Russian Academy of Sciences, Director of the Center for Socio-Economic Research and Expertise of the Ural Institute of Management, RANEPA (Yekaterinburg, Russia), Professor of Ural Federal University (Yekaterinburg, Russia) and Tyumen State University (Tyumen, Russia)
- ***Prof. Dr. Sergio Luiz Monteiro Salles-Filho,*** Professor of the Department of Scientific and Technological Policy, Coordinator of the Laboratory of Studies on Research Organization and Innovation, Institute of Geosciences, University of Campinas (Campinas, Brazil)
- ***Dr. Alexandra Alexandrovna Sidorova,*** Associate Professor, Department of Theory and Methodology of State and Municipal Administration, Lomonosov Moscow State University (Moscow, Russia)
- ***Prof. Dr. Ekaterina Strizhakova,*** Professor of the Department of Industry Economics and Management, Bryansk State University of Engineering and Technology (Bryansk, Russia)
- ***Prof. Dr. Ivan Tenyakov,*** Professor of the Department of Political Economy, Lomonosov Moscow State University (Moscow, Russia)
- ***Prof. Dr. Irina Turgel,*** Director of the School of Economics and Management, Head of the Department of Theory, Methodology and Legal Support, Institute of Economics and Management, Ural Federal University (Yekaterinburg, Russia)
- ***Prof. Dr. Sergey Vasin,*** Vice-Rector for Research and Innovation, Professor of the Department of Economic Theory and International Relations, Penza State University (Penza, Russia)
- ***Prof. Dr. Konstantin Vodenko,*** Head of the Department of Social Sciences and Humanities, Platov South-Russian State Polytechnic University (Novocherkassk, Russia)
- ***Prof. Dr. Adriana Zait,*** Head of Doctoral School of Economics and Business Administration, University Alexandru Ioan Cuza (Iasi, Romania)
- ***Dr. Elena Zenkina,*** Associate Professor, Head of the Department of World Economy, Director of the Center for Coordination and Support of Research Projects of the Russian State University for the Humanities (Moscow, Russia)
- ***Dr. Sergey Zinkovsky,*** Associate Professor, Honorary Educator, Director of the Institute of Law, Associate Professor of the Department of Theory of Law and State of the Peoples' Friendship University of Russia (RUDN University) (Moscow, Russia), Member of the Board of the Association of Law Education of the Russian Federation, Lawyer of the Moscow Lawyers' Association

ЭКОНОМИКА НАУКИ

Периодичность:
4 раза в год

Т. 10
№ 4
2024

Вступительное слово 6-7

АКТУАЛЬНАЯ ТЕМА/ДИСКУССИЯ

Три источника безрезультативности российской науки и три кита инноваций
А.А. Никонова 8-24

Качественное обновление экономического образования в Республике Беларусь и междисциплинарный научно-исследовательский кластер «Белорусская экономическая школа»
С.Ю. Солодовников 25-34

НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ПРОГРЕСС И ЕГО ВЛИЯНИЕ НА ОТРАСЛИ ЭКОНОМИКИ, ЭКОНОМИЧЕСКИЙ РОСТ И ИННОВАЦИОННОЕ РАЗВИТИЕ

Трансакционная конфигурация инновационного развития бизнес-экосистемы
Е.В. Попов, А.Д. Тихонова, А.С. Зырянов 35-51

Проблемы внедрения цифровых технологий в государственное управление и формирования умного правительства
О.Н. Афанасьева, Е.М. Коростышевская 52-62

Методологические подходы к разработке институциональных преобразований для формирования и развития научно-промышленного комплекса (на примере Республики Беларусь)
А.Г. Шумилин, И.В. Устинович 63-74

СОСТОЯНИЕ И РАЗВИТИЕ ФУНДАМЕНТАЛЬНОЙ И ПРИКЛАДНОЙ НАУКИ, НОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ, ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ УКЛАДЫ

Эволюция технологии обработки резанием и металлорежущих станков в парадигме устойчивости технологических укладов
А.П. Кузнецов 75-99

6-7 Editorial

DISCUSSION

Three Sources of Inefficiency in Russian Science and Three Pillars for Innovation
8-24 *A.A. Nikonova*

Qualitative renewal of economic education in the Republic of Belarus and the interdisciplinary research cluster "Belarusian Economic School"
25-34 *S.Yu. Solodovnikov*

SCIENTIFIC AND TECHNICAL PROGRESS AND ITS IMPACT ON INDUSTRIES, ECONOMIC GROWTH, AND INNOVATIVE DEVELOPMENT

Transactional configuration of innovative development of business ecosystem
35-51 *E.V. Popov, A.D. Tikhonova, A.S. Zyrianov*

Challenges of implementing digital technologies into public administration and forming a "smart government"
52-62 *O.N. Afanasyeva, E.M. Korostyshevskaya*

Methodological approaches to the institutional transformations for the formation and development of the scientific and industrial complex (on the example of the Republic of Belarus)
63-74 *A.G. Shumilin, I.V. Ustinovich*

CURRENT STATE AND DEVELOPMENT OF THE BASIC AND APPLIED SCIENCES, NEW TECHNOLOGIES, TECHNOLOGICAL STRUCTURES

The evolution of cutting technology and metal-cutting machines in the paradigm of technological modes
75-99 *A.P. Kuznetsov*

«ЭКОНОМИКА НАУКИ»

Свидетельство о регистрации
№ ФС77-62518
от 27 июля 2015 года

Издается с 2015 года.

Журнал зарегистрирован Федеральной службой по надзору за соблюдением законодательства в сфере массовых коммуникаций и охране культурного наследия как средство массовой информации.

Товарный знак и название являются исключительной собственностью учредителя.

Авторы опубликованных материалов несут ответственность за подбор и точность приведенных фактов, цитат, статистических данных и прочих сведений, а также за то, что в материалах не содержится данных, не подлежащих открытой публикации. Материалы рецензируются редакционной коллегией.

Мнение редакции может не совпадать с мнением автора. Перепечатка текстов без разрешения журнала «Экономика науки» запрещена. При цитировании материалов ссылка на журнал обязательна.

Учредитель – Российская академия народного хозяйства и государственной службы при Президенте Российской Федерации.

Адрес учредителя:
119606, Москва,
пр. Вернадского, 84,
стр. 1, каб. 715.
(РАНХиГС)
Тел. 8 (499) 956-02-14
E-mail: ecna@ranepa.ru

Адрес редакции:
119606, Москва,
пр. Вернадского, 84,
стр. 1, каб. 715.
(РАНХиГС)
Тел. 8 (499) 956-02-14
E-mail: ecna@ranepa.ru
Web: http://ecna.elpub.ru

Главный редактор:
О.С. Сухарев

Компьютерная верстка и дизайн:
Е.В. Пескова

Отпечатано в типографии РАНХиГС
119571, Москва,
пр-т Вернадского, 82

Дата выхода в свет 27.12.2024 г.
Общий тираж 1000 экз.
Первый завод 20 экз.
Цена свободная

© Российская академия народного хозяйства и государственной службы при Президенте Российской Федерации

https://doi.org/10.22394/2410–132X.ed.2024.4

Вступительное слово

Уважаемые коллеги! Перед Вами четвёртый номер журнала «Экономика науки» за 2024 год. Его составили несколько статей, затрагивающих основные проблемы развития науки России, а также особенности организационного взаимодействия науки и промышленности в братской Белоруссии, включая предложения по улучшению качества экономического образования. Кроме того, в номер вошла интересная статья, описывающая эволюцию металлорежущих технологий в аспекте изменения их ресурсной эффективности.

Актуальную тему открывает в каком-то смысле провокационная статья А. Никоновой из ЦЭМИ РАН под названием «Три источника безрезультативности российской науки и три кита инноваций», в которой автор весьма доказательно и аргументированно обостряет проблемы функционирования научной сферы.

В качестве источников безрезультативности национального сектора генерации знаний выделена, во-первых, структурная разбалансированность российской экономики, которая отражается на научной сфере, генерируя недостаточную востребованность научных результатов и низкий уровень финансирования, кадрового и иного обеспечения науки. Эти проблемы, можно назвать хроническими[1].

Во-вторых, режим перманентной «институциональной чехарды» (смены и коррекции правил и регулирующих норм) в системе российской науки порождает некоторую организационную и управленческую дисфункцию. Это понижает научный потенциал, качество работы и мотивацию учёных, вызывает отток кадров.

Третья причина, по мнению автора, заключается в том, что наука и научно-образовательное сообщество занимают в социально-экономической системе положение, которое можно охарактеризовать как ущербное. Это связано с тем, что в период реформ научный потенциал истощается, а экономика и институты становятся слишком зависимыми от власти, государственной политики и признания ценности научного труда.

Если первые две позиции освещены в научной литературе хорошо и давно, представляя давнюю проблему развития науки России, то третья позиция во многом дискуссионная, тем не менее, автор отмечает, что имеется ущербная позиция самой науки в силу зависимости от власти и проводимых институциональных реформ невысокого качества. Возможно, это звучит резко и не всегда справедливо по отношению ко всем учёным, но в среднем такая зависимость присутствует, что обеспечивает низкий уровень возражений тем проводимым экспериментам, которые не следовало бы осуществлять с системой науки и образования России на протяжении уже тридцати лет. Автор обоснованно, на мой взгляд, показывает эффект самоусиления этих трёх причин в негативном влиянии на создание нового знания и его распространение в экономике. Добротные способы оценки результативности науки, по существу, отсутствуют, а вводимые формализуют деятельность, не способствуя появлению новых научных результатов. Кроме того, используемые в настоящее время способы оценки результативности научной деятельности либо мотивационно абсолютно нейтральные, либо имеют обратный эффект. Чтобы стимулировать инновации требуется квалифицированная политика, формирование спроса и увеличение потенциала науки за

[1] Подробнее см.: Сухарев О.С. Учёность, учёные и образование: элементарные правила и поведение. Инвестиции в России. 2006 – № 10 – С. 24–34. Образование и наука России: уничтожающий формализм реформ и спекуляции на инновациях. Бюллетень в защиту науки. Под ред. Акад. Э.П. Круглякова. 2009 – № 6 – С. 99–104; Дисфункция образования и науки России: траектория преодоления. Национальные интересы: приоритеты и безопасность. 2014 – № 1 – С. 2–17; Система науки: дисфункция управления и её преодоление. Инвестиции в России. 2015 – № 7–8 – С. 2–17.

счёт элиминации трёх крупных причин торможения её развития. Автор предлагает некий симбиоз между линейной, проектной и экосистемной моделями инноваций.

Наш белорусский коллега профессор С.Ю. Солодовников в статье, посвящённой обновлению экономического образования в Белоруссии, показывает необходимость и реальные шаги по возвращению предмета «политическая экономия», а также полезность формирования междисциплинарных исследований в рамках Белорусской экономической школы.

В статье члена-корреспондента РАН Е.В. Попова с коллегами А.Д, Тихоновой и А.С. Зыряновым рассмотрены трансакционные аспекты функционирования бизнес-экосистемы с точки зрения их влияния на инновационное развитие. Если вспомнить доктрину Мансура Олсона, то именно рост трансакционных издержек считался главным тормозом инновационного развития, затем и наукоёмкого экономического роста. Исследование сосредоточено на том, чтобы разработать алгоритм изменения институциональной конфигурации функционирования бизнес-экосистемы с общей направленностью на снижение трансакционных издержек. Предложен механизм координации предоставляемых услуг с апробацией на конкретной компании, позволивший сэкономить трансакционные издержки. Практический выход этого исследования представляет интерес для компаний сервисного сектора.

Внедрению цифровых технологий в государственное управление посвящена статья профессора О.А. Афанасьевой и профессора Е.М. Коростышевской. В работе рассмотрены плюсы и минусы формирования «умного правительства», риски кибератак, проанализирован и обобщён для России зарубежный опыт применения цифровых технологий на уровне правительства.

Статья профессора А.Г. Шумилина и доцента И.В. Устинович посвящена институциональным аспектам организации научно-промышленных комплексов, с выделением функций правительства, науки и промышленных предприятий в формировании такого рода организационных форм. Исследование выполнено в Республике Беларусь. Авторы подчёркивают необходимость выделения уровней интеграции науки и промышленности с введением критериев оценки, чтобы для каждого уровня проводить соответствующую политику повышения эффективности интеграционных форм науки и производства.

Завершает номер интересная статья профессора А.П. Кузнецова, посвящённая исторической эволюции металлорежущих станков и технологии обработки резанием в рамках смены технологических укладов. Автор выявляет закономерности смены технологий и технологического прогресса, отмечает условия подготовки прогрессивных изменений в технике. Особо сделан акцент на критерии ресурсной эффективности как своеобразном двигателе развития технологий и техники. Тем самым, фактически экономические условия и эффективность становятся своеобразным двигателем технологической эволюции, помимо научной эвристики и мотивов познания мира, сила и превосходство которых изменяется на разных интервалах.

Надеюсь, этот номер журнала «Экономика науки» вызовет интерес у наших постоянных и новых читателей. Благодарю Вас!

Главный редактор
О.С. Сухарев

АКТУАЛЬНАЯ ТЕМА/ДИСКУССИЯ

ОРИГИНАЛЬНАЯ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКАЯ СТАТЬЯ
УДК: 330.34; 338.24
JEL: O32
https://doi.org/10.22394/2410–132X.477

ТРИ ИСТОЧНИКА БЕЗРЕЗУЛЬТАТИВНОСТИ РОССИЙСКОЙ НАУКИ И ТРИ КИТА ИННОВАЦИЙ

А.А. НИКОНОВА
Центральный экономико-математический институт РАН, Москва, Россия; e-mail: prettyal@cemi.rssi.ru

Аннотация. Исследование нацелено на идентификацию причин низкой результативности российской науки. Анализ выполнен, руководствуясь положениями системной экономической теории, развиваемой в ЦЭМИ РАН. Приведены эмпирические данные для характеристики существенного влияния трех глубоких источников безрезультативности науки. 1. Гетерогенная структура российской экономики и проекция ее на научный сектор разделяет его по ряду признаков и определяет слабую внутреннюю востребованность отечественных НИОКТР и инноваций. 2. Невысокое институциональное качество управляющей системы и дисфункция управления, включая инструменты регулирования, распределения доходов, критерии оценки научного труда и пр., ведут к соответствующим изъянам структурной экономической и научно-образовательной политики, снижению мотивации, ухудшению научного потенциала. 3. Ущербная позиция науки и научно-образовательного сообщества в социально-экономической системе связана с истощением научного потенциала в период реформ и глубокой экономической и институциональной зависимостью от власти, политики государства и признания им ценности научного труда. Показано, что три эти источника тесно связаны между собой и способствуют расширенному воспроизводству проблем – как в создании знаний, так и в трансмиссии их в экономику. Сделан вывод о неоднозначном понимании термина «результат науки» и о неоднозначном же содержании способов измерения и оценок результативности науки, что мешает проводить сравнительный анализ, принимать решения, мотивирующие акторов. В обсуждении основополагающих факторов для продуктивности инноваций обоснованы три опорных столпа, три кита для инноваций: спрос, потенциал науки и человеческий потенциал, квалифицированное госуправление. Обоснованы прямые и обратные связи между ними, а также их влияние на результативность инновационной деятельности. Рекомендована гибкая комбинация трех типов моделей создания инноваций – линейной, проектной и экосистемной модели, поскольку все три модели базируются на указанных выше китах повышения результативности науки и инноваций.

Ключевые слова: знания, НИОКТР, структура российской экономики, управление, научный потенциал, спрос, оценки результативности науки, модели создания инноваций

Информация о финансировании: Исследование выполнено без внешнего финансирования.

Для цитирования: Никонова А.А. Три источника безрезультативности российской науки и три кита инноваций // Экономика науки. 2024. № 10(4). С. 8–24. https://doi.org/10.22394/2410–132X.477

© А.А. Никонова, 2024 г.
CC BY

DISCUSSION

ORIGINAL RESEARCH ARTICLE
UDC: 330.34; 338.24
JEL: O32
https://doi.org/10.22394/2410–132X.477

THREE SOURCES OF INEFFICIENCY IN RUSSIAN SCIENCE AND THREE PILLARS FOR INNOVATION

A.A. NIKONOVA
Central Economics and Mathematics Institute, Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia;
e-mail: prettyal@cemi.rssi.ru

Abstract. The study aims to identify the reasons for the inefficiency of research and development (R&D) in Russia. It is guided by the principles of system economic theory, developed at the Central Economics and Mathematics Institute of the Russian Academy of Sciences. The study presents empirical data to demonstrate the significant impact of three main sources of R&D inefficiency: 1. The diverse structure of the Russian economy, which divides the science sector according to various characteristics, leads to low internal demand for domestic research and innovation. 2. The poor institutional quality of governance and dysfunctional governance systems, including regulatory instruments, income distribution, and criteria for evaluating scientific output, result in structural economic, scientific, and educational policies that are ineffective, leading to decreased motivation and reduced potential for science.3. The negative impact of the science sector, researchers, and the educational community on the socio-economic system is due to their depletion during periods of reform and their economic and institutional dependence on authorities, state policies, and recognition of researcher labor value. These three factors are closely related and contribute to the continued reproduction of problems, both in the creation of knowledge and its transfer to the economy. There is an ambiguity in the understanding of the term "efficiency of science" and the methods used to measure it, which prevents comparative analysis and decision-making to motivate actors. When discussing the fundamental factors of innovation activity efficiency, three pillars are identified: demand, the potential of science, and human potential, as well as qualified public administration. The direct and indirect connections between innovation activities and their impact on efficiency are discussed. A flexible approach to combining three different types of innovation models is recommended – linear, project-based, and ecosystem – as all three models rely on the same principles for achieving the best results in R&D and innovation.

Keywords: knowledge, R&D, structure of the Russian economy, governance, potential of science, demand, research assessment, models of innovation

Funding: This research received no external funding.

For citation: Nikonova, A.A. (2024). Three sources of inefficiency in Russian science and three pillars for innovation. *Economics of Science*, 10(4),8–24. https://doi.org/10.22394/2410–132X.477

ВВЕДЕНИЕ

Активизация научно-технологического развития на собственной технологической основе – одна из ведущих национальных целей[1], которую намечено достигнуть путем создания собственных линий разработки технологий и обеспечения полноты научно-производственного цикла, завершающегося выводом научных разработок на рынок и созданием инноваций[2]. Поиск решения этой задачи осложняется трудностью трансмиссии НИОКТР в экономику. В России создан значительный научный и ресурсный потенциал, однако он контрастирует с темпами

[1] Концепция технологического развития на период до 2030 года. Распоряжение Правительства РФ от 20.05.2023 № 1315-р. URL: https://rospatent.gov.ru/content/uploadfiles/technological-2023.pdf; О Стратегии научно-технологического развития Российской Федерации. Указ Президента Российской Федерации от 28.02.2024 г. № 145. П. 8. URL: http://kremlin.ru/acts/bank/50358.

[2] О технологической политике в Российской Федерации и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации. Проект. Госдума РФ. 24.05.2024. Ст. 4, 5. URL: https://sozd.duma.gov.ru/bill/632206–8.

© А.А. Никонова, 2024 г.

и качеством создания и внедрения технологий, в стране не создано ни одной компании-единорога (Аганбегян, 2023). В России, четвертой экономике мира по паритету покупательной способности, по данным Росстата[3], только 22,7% организаций осуществляют технологические инновации, и доля снижается; наукоемкость ВВП низкая. В ведущих европейских странах инновационные продукты в объеме отгрузки занимают свыше 15%, в России 6,2% в промышленности, 8% в обработке (2023), и эта доля в среднем снижается (*рисунок 1*).

Российские ученые добиваются успеха и признания в других юрисдикциях. Управленческая и инновационная дисфункция российской системы (Сухарев, 2014, 2019) заметно препятствует продуктивному использованию имеющихся преимуществ в фундаментальной науке и разработках. Не удается сформировать целостную инновационную систему и реализовать инициативу разработки комплексных научно-технических программ полного инновационного цикла от фундаментальных исследований до прикладных разработок и выведения их на рынок (Клепач, Водоватов и Дмитриева, 2022, с. 86). Источники нерезультивности российской науки и причины слабого внедрения отечественных НИОКТР в практику коренятся, на наш взгляд, как в структурно-функциональной модели экономики, так и в сфере стратегического управления. Они рассматриваются в основной части статьи.

Обострение проблем научно-технологической суверенности страны в связи с санкционными ограничениями на получение из-за рубежа нужных технологий, продуктов, комплектующих актуализирует цель данного исследования – идентифицировать глубинные источники проблем результативности российской науки и обосновать фундаментальные условия улучшения продуктивности научного потенциала.

Результаты интеллектуальной деятельности в сфере новых технологий и их внедрение стали ключевым фактором роста экономики и повышения уровня жизни населения в наиболее развитых странах[4]. В экономике знаний научные результаты составляют львиную долю добавочной стоимости продукта. Абсорбция знаний, транслирование их в экономику и степень новизны инноваций зависят от разных факторов, более всего – от уровня образованности сотрудников и масштаба исследовательского корпуса (Самоволева, Балычева, 2020). Руководствуясь системным видением экономики и общества, здесь исследованы *три наиболее существенных источника,* которые вызывают нерезультативность российской науки.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Превращение знаний в инновации способствует росту конкурентоспособности экономики. Технологическая (инновационная) рента, по шумпетарианскому суждению, служит источником конкурентоспособности бизнеса путем внедрения технологий, новых для рынка и производства инноваций (см., например, Aghion, Howitt, 1992). На основе такого представления в соответствующих моделях эндогенного научно-технологического прогресса двигателем экономики XXI в. выступают интеллектуальные факторы, наука и носители знаний, а экономика как объект приложения и бизнес как субъект, принимающий решения об инновациях, уже не рассматриваются как гомогенные структуры. Конкурентная борьба принимает вид несовершенной конкуренции. В России и экономические структуры, и конкуренция носят специфические формы институционального «неравноправия» за счет различия в доступе к ресурсам, определяющим факторы конкурентоспособности. В связи с этим нехватка мотиваций к инновациям в России оставляет выполненные в лабораториях НИОКТР без применения в своей экономике за ненадобностью их результатов в конкурентной борьбе. Кроме того, стимулы к повышению результативности науки взаимно обусловлены

[3] Официальная статистика. Росстат. Офиц. веб-сайт. 30.08.2024. URL: https://rosstat.gov.ru/statistics/science.

[4] Концепция, 2023. С. 12.

© А.А. Никонова, 2024 г.

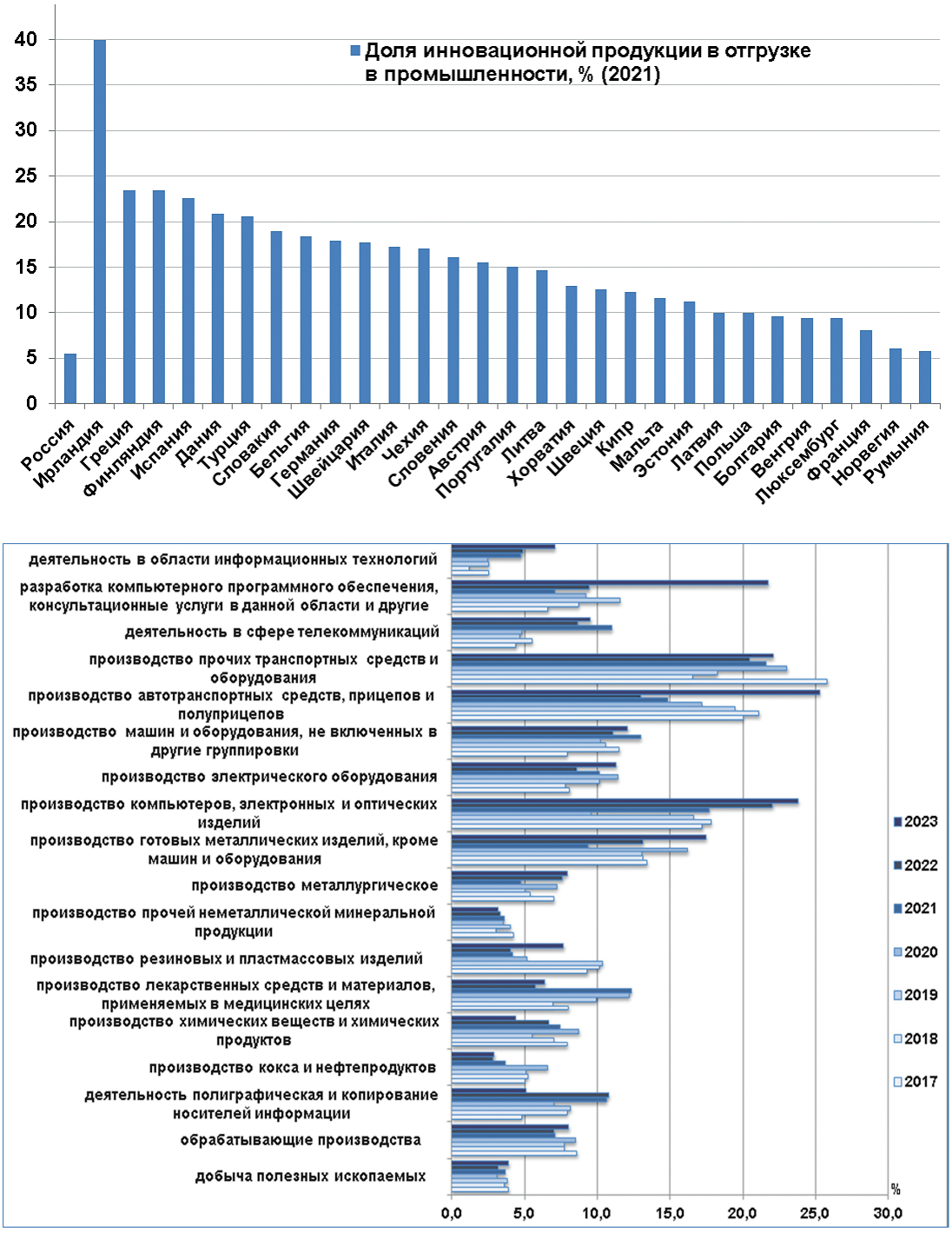


Рисунок 1. Удельный вес инновационных товаров, работ и услуг в общем объеме отгрузки, %

Figure 1. Share of innovative goods and services in total sales, percent

Источник: Официальная статистика. Росстат. Офиц. веб-сайт. 30.08.2024. URL: https://rosstat.gov.ru/statistics/science; Россия и страны мира 2023. Стат. сб. М.: Росстат, 2023. С. 353.[5]

[5] Официальная статистика. Росстат. Офиц. веб-сайт. 30.08.2024.URL: https://rosstat.gov.ru/statistics/science.

© А.А. Никонова, 2024 г.

размером платежеспособного спроса (следовательно, масштабом неравенства доходов и дифференциацией их распределения), а также длительностью патентной защиты (Hatipoglu, 2008).

Таким образом, *структура национальной экономики* влияет на спрос и активность использования полученных в стране научных знаний.

Отметим, что результативность науки отличается неоднозначной *трактовкой понятия и способов измерения*. Метрические показатели продуктивности науки не адекватны усложнению знаний и технологий и вредят науке, поэтому требуется их модификация сообразно целям развития национальной экономики. Предложения с отказом от абсолютной библиометрии (по крайней мере, в качестве критерия для финансирования) обоснованы российскими и зарубежными учеными (Варшавский, Маркусова, 2011; Заварухин, Клеева, 2023а; Werner, 2015) и даже приняты мировым научным сообществом в Декларации об оценке научных исследований (Declaration on Research Assessment, *DORA*), однако на практике они не используются.

Сложность в том, что результаты науки, по сути, разнообразны (Литвинова, 2018; Ivanov, Markusova, Mindeli, 2016):

- во-первых, публикации и другие научные труды в различной форме с предоставлением исключительного или неисключительного права, ограниченного или неограниченного права использования;
- во-вторых, патенты на изобретение, полезную модель, др. с оформлением прав собственности на срок;
- в-третьих, инновации – знания, выведенные на рынок и признанные рынком;
- в-четвертых, в широком смысле – новые законы техники, природы, общественного развития в целом или новые направления науки, образования, видов экономической деятельности.

На микроуровне, корпоративном уровне экономики, научные результаты могут приобретать форму интеллектуальной собственности и нематериальных активов, не отражаемых на балансе предприятия. Способы измерения результата научного труда в рамках характеристик технологического развития представляют собой одну из нерешенных проблем, подходы к решению которой предложены О.С. Сухаревым (Сухарев, 2023а).

Типология результатов науки как благ, имеющих как локальную, так и общественную ценность, выводит на проблемы разнообразия в измерении результатов научного труда, общественной его оценки в материальной и нематериальной форме, а также факторов индивидуальной и коллективной результативности, что влияет на принятые правила деятельности и мотивации субъектов.

В связи с особенностью фундаментальной науки и ее результата, знаний как неисключительного блага, в монополизированной экономике права интеллектуальной собственности, патенты как исключительное благо, являются одним из решающих инструментов внедрения инноваций и получения *технологической ренты* (Romer, 2008). Компании-гиганты стремятся сохранить исключительное право на изобретение для получения максимальной технологической ренты. Ведущие технологические монополисты могут обмениваться изобретениями между собой на определенных условиях, но не с массовыми производителями (Вединг, 2006). В России регистрация и поддержание патентов ограничена в силу разных организационных и экономических факторов.

Таким образом, целый комплекс проблем – трактовка понятия результативности науки, интеллектуальная защита, распределительная система, мотивация ученых, стимулы к вложениям бизнеса в разработки и внедрению НИОКТР – переводит инструменты влияния *управляющей системы* на результативность науки в институциональную плоскость и требует адекватных экономических критериев регулирования.

В действующей методике, применяемой органами управления наукой, оценка результативности научных организаций отождествлена фактически с результативностью науки

© А.А. Никонова, 2024 г.

и ориентирует субъектов научной деятельности как на результативность и востребованность научных исследований и развитие кадрового потенциала, так и на интеграцию в мировое научное пространство, распространение[5] научных знаний и повышение престижа науки[6], причем *эконометрические показатели* (в основном, количественные, но не качественные) функционируют в качестве основных наряду с экспертными оценками в динамике и сопоставлении с развитыми странами и отражают степень включенности в международные связи, как правило, в виде участия в разных формах[7] (Методика, 2022, п. 6, Приложение). Такой подход плохо способствует развитию науки и инноваций.

Экономические механизмы, институциональная и социокультурная среда формируют стимулы для движения капитала и носителей знаний, интенсификации НИОКТР и инноваций. Расходы на НИОКТР – существенный, но не определяющий фактор продуктивности науки. Результативность науки напрямую связана с состоянием и динамикой *научного и человеческого потенциала*, зависит от вовлеченности участников в инновационную деятельность. Исследовательские кадры и научные школы могут компенсировать нехватку капитала при ряде условий, в том числе заинтересованности в результатах, не обязательно материального свойства (к примеру, престиж, идеология, чувство причастности и др.). Возможность выбора сферы приложения субъектом своего знания и опыта за счет мобильности обусловлена свойствами безграничности таких ресурсов как знания и опыт, это распространенная практика реагирования на условия научного труда, прежде всего в форме внутренней *мобильности научных кадров* и/или эмиграции ученых (Шматко, Волкова, 2017; Волкова, Никишин, 2022).

Из сказанного выше следует выбор методологии для дальнейших исследований фундаментальных факторов и источников результативности науки. На основе системного представления экономики и общества в их единстве и многообразии и исходя из понимания мотивации субъекта как симбиоза личностных предпочтений и интересов бизнеса, формируемых в научно-технологической, институциональной и рыночной среде, целесообразно идентифицировать источники результативности науки и способы улучшения внедрения НИОКТР путем анализа взаимодействия четырех субъектов и соответствующих им четырех ключевых секторов, участвующих в инновационной деятельности, как показано на *рисунке 2*.

Выделение сектора бизнеса необходимо для анализа в виду различия ресурсов, целей и интересов бизнеса (прибыль, доля рынка) и сектора экономики, т.е. экономических предприятий, нуждающихся в квалифицированных кадрах и воспроизводстве основного капитала на новой технологической основе.

Эмпирические свидетельства влияния российской науки нуждаются в системном осмыслении и анализе истоков низкой ее результативности относительно имеющегося потенциала с целью увидеть картину целиком, дать обоснованное определение не только поверхностным факторам, но глубинным причинам нерезультативности. В связи с этим особенности секторов национальной общественной системы – экономики, бизнеса, государства, социума – проанализированы с точки зрения их влияния на слабое использование отечественных НИОКТР на практике.

Системный взгляд дополняет результаты исследования, полученные другими учеными, и открывает новый ракурс в изучении коренных источников результативности науки, затрагивая ключевые сектора и интересы акторов и вскрывая проблемы, коренящиеся в структурно-функциональной модели социально-экономической системы.

[6] Методика оценки результативности деятельности научных организаций, подведомственных Министерству науки и высшего образования Российской Федерации, выполняющих научно-исследовательские, опытно-конструкторские и технологические работы гражданского назначения. Приказ Министерства науки и высшего образования РФ от 30.07.2019 N544 (с изм. на 06.05.2022). П. 4. URL: https://docs.cntd.ru/document/561027598.

[7] Там же. П. 6, Приложение.

© А.А. Никонова, 2024 г.

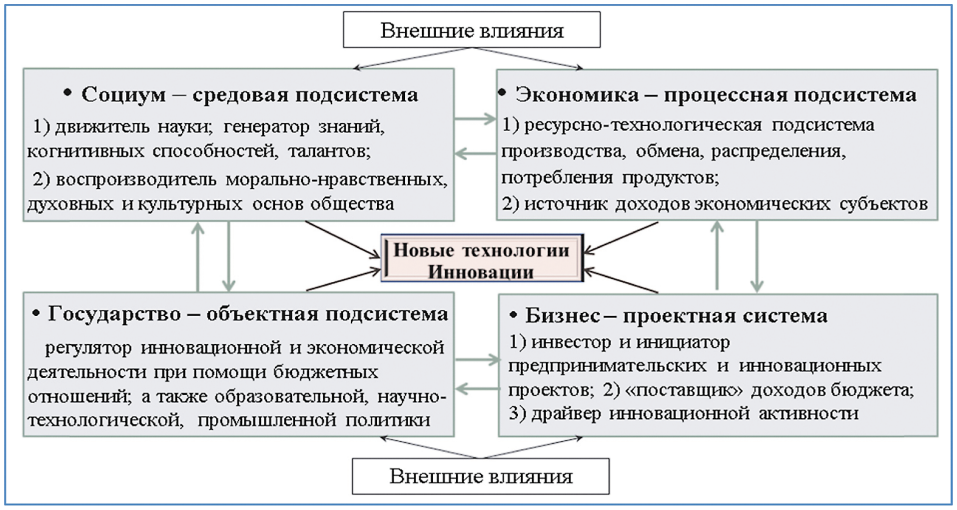


Рисунок 2. Четыре актора инноваций и четыре сектора в структурно-функциональной модели социально-экономической системы
Figure 2. Four innovation actors and four sectors in the structural and functional model of the socio-economic system

Источник: *построено на основе (Клейнер, 2022)*

РЕЗУЛЬТАТЫ
Измерение и различия в измерении результативности науки

Как указано выше, связь между силой научного потенциала и продуктивностью науки зависит от того, что понимается под результатом. Структурные особенности экономик наряду с неоднозначностью трактовки научного результата вызывают различие в выводах об уровне результативности науки в России, по сравнению с другими странами, полученных при тех или иных предпосылках анализа. Уровень научной результативности России ниже многих стран, и составляет 0,33, если сопоставить высокотехнологичный экспорт (в т.ч. вооружений) с затратами на НИОКТР по ППС (Клепач, Водоватов и Дмитриева, 2022, с. 81); почти аналогично – при сопоставлении с численностью исследователей в эквиваленте полной занятости (О долгосрочном..., 2022, с. 54–57) (*рисунок 3, 4*). Если рассматривать в качестве научного результата количество патентных заявок на изобретения в сопоставлении с численностью исследователей, научная продуктивность России будет чуть лучше, а в случае такого показателя результативности как количество публикаций в Scopus, уровень России ниже ведущих стран, но приближается к ряду из них (Испании, Канаде), причем в области физики и астрономии, материаловедения, наук о Земле мы почти лидируем (4–5 место); по публикациям (в высокорейтинговых изданиях) на одного исследователя (0,2 ед.) мы идем наравне с Германией, Францией, Южной Кореей (Клепач, Водоватов и Дмитриева, 2022, с. 80; О долгосрочном..., 2022, с. 48–50; 58–59). Вместе с этим следует признать, что публикационная активность мало способствует улучшению технологического уровня экономики и уровня жизни граждан.

В других трудах сделан вывод о сравнительно неплохой результативности российской фундаментальной науки (по публикациям), учитывая невысокую фондовооруженность и долю затрат на НИОКТР в ВВП (Варшавский, Маркусова, 2011; Клепач, Водоватов и Дмитриева, 2022, с. 80). На основе рекомендации целесообразности оценивать результативность науки по показателю количества статей на единицу внутренних затрат на науку по ППС (Leydesdorff, Wagner, 2009) в работах А.Е. Варшавского такая оценка результативности науки в России выше, нежели в США,

© А.А. Никонова, 2024 г.

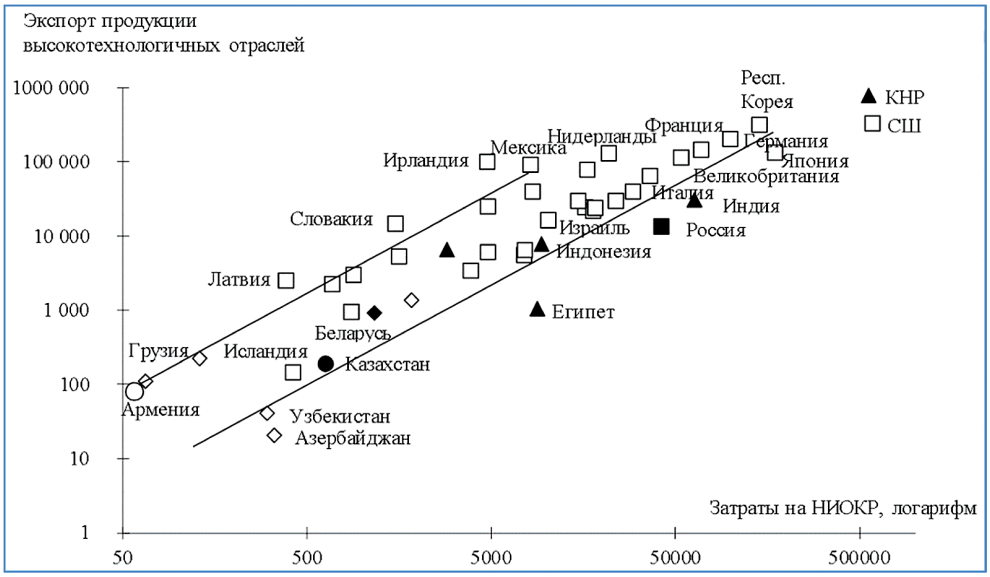


Рисунок 3. Соотношение затрат на НИОКТР и экспорта продукции высокотехнологичных отраслей (включая вооружения и военную технику)
Figure 3. Ratio of R&D costs to exports of high-tech industries (including weapons and military equipment)

Источник: *ИНП РАН (О долгосрочном ..., 2022, с. 54)*

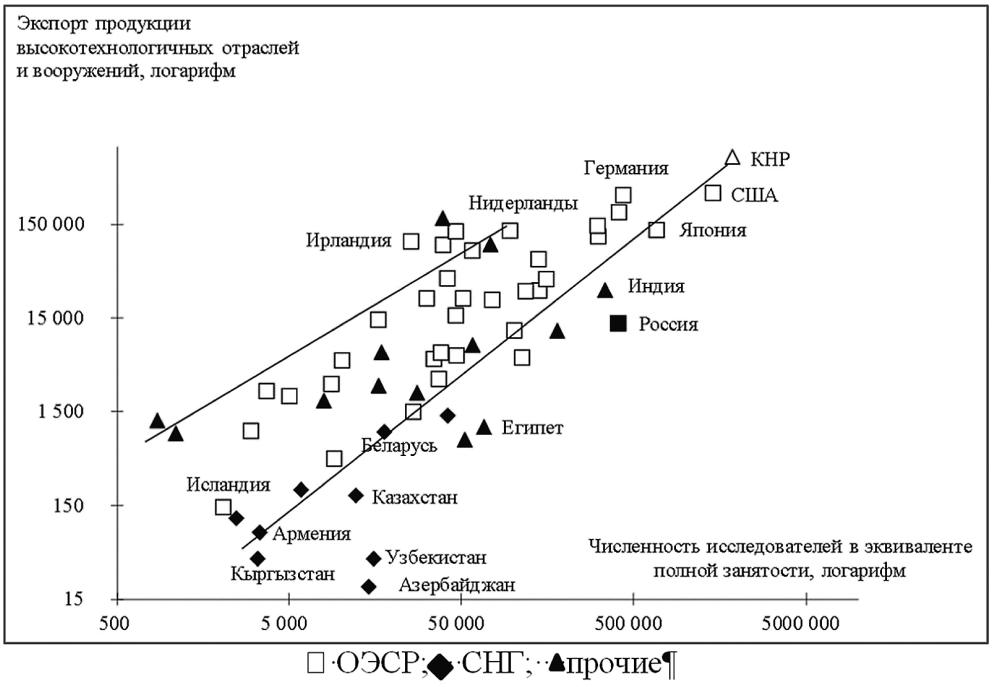


Рисунок 4. Соотношение численности исследователей и экспорта продукции высокотехнологичных отраслей (включая вооружения и военную технику)
Figure 4. Ratio of the number of researchers to exports of high-tech industries (including weapons and military equipment)

Источник: *ИНП РАН (О долгосрочном ..., 2022, с. 56)*

© А.А. Никонова, 2024 г.

Китае, Японии: 0,77 против 0,68: 0,60: 0,46, соответственно (Варшавский, 2020, с. 61–62).

Различия в оценках результативности происходят из-за «завышенных данных о численности научных работников в эквиваленте полного рабочего времени (FTE)», а также «двойного счета при анализе результативности научной деятельности в вузах, который значительно искажает реальные показатели публикационной активности и преуменьшает роль научных организаций академического и отраслевого сектора, составляющих основную часть сети научных учреждений России», что ведет «к неправильным выводам органов госуправления и не способствует развитию отечественной науки» (Варшавский, 2020, с. 68).

Три коренных источника сравнительно низкой результативности российской науки

Все три источника связаны между собой и влияют друг на друга, порождая размыкание контура инновационной цепи от знаний к созданию инноваций и образуя порочный круг затратной инновационной модели.

Первый источник. Структура российской экономики и интересы бизнеса

Раздробленная отечественная наука, особенно прикладная, есть отражение гетерогенной структуры российской экономики, разобщенной в процессе рыночных реформ и несистемной госполитики. Научно-технологический комплекс фрагментирован, субъекты инноваций разобщены. Как следствие, научно-технологическая политика разрознена: она своя у каждого субъекта на том или ином уровне экономической иерархии. Разные структуры и разные науки обуславливают различные интересы и поведение бизнеса, различный спрос и на НИОКТР, и на инновации *(рисунок 5)*:

- Фундаментальная академическая наука нацелена на решение научных проблем в рамках крупных госпроектов, а также на встраивание в международное научное пространство, в частности, за счет высокорейтинговых публикаций и участия в мероприятиях.
- Научные отделы госкорпораций («Росатом», «Ростех», др.) нацелены на решение конкретных задач по повестке, заданной государственными органами. Результаты, как правило, не подлежат трансферу в другие структуры экономики.

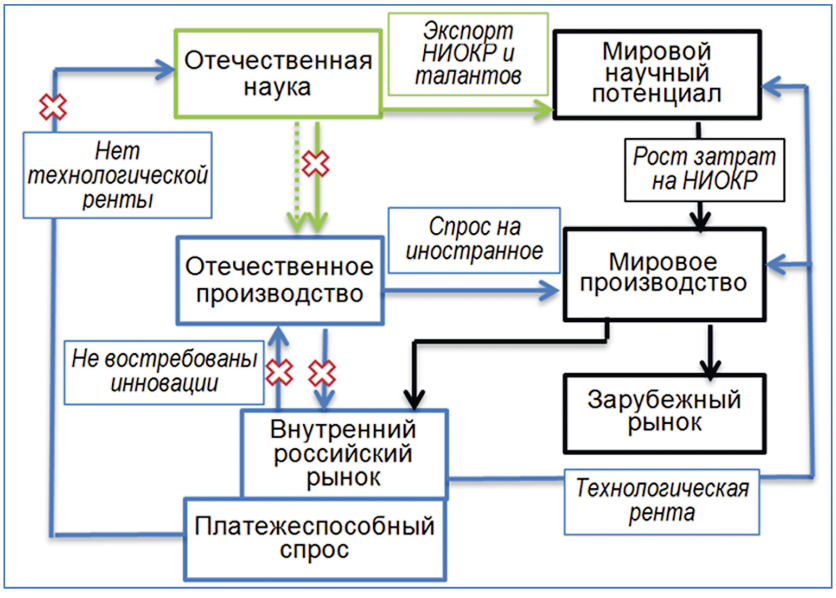


Рисунок 5. Сектор российской науки на рынке технологий
Figure 5. The Russian science sector in the technology market
Источник: *построено автором*

© А.А. Никонова, 2024 г.

- Крупные компании с высокой капитализацией (сырьевые и некоторые низкотехнологичные) и средние технологичные компании импортируют мировые инновации, как правило, в виде готовых «коробочных» решений.
- Новые быстрорастущие технологичные компании содержат собственные подразделения НИОКТР для решения узких корпоративных задач, но и активно импортируют передовые продукты и технологии (О долгосрочном ..., 2022, с. 65–66).

В рамках сложившихся структур экономики и научно-технологического комплекса профинансированные большей частью государством результаты отечественных НИОКТР либо оседают в архивах в отчетах научных лабораторий, либо коммерциализируются за рубежом и возвращаются в Россию в виде поставок высокотехнологичных товаров, недостающих для полноты производственного цикла на предприятиях страны. Тогда технологическая рента вместе с оплатой импорта (поставок готовых коробочных решений) уходит из страны и приносит пользу зарубежной науке; отечественные НИОКТР не востребованы предприятиями внутри собственной юрисдикции, они не интересны бизнесу, внутренний спрос на них небольшой, и результаты российских НИОКТР не передаются в экономику. В итоге реальные размеры фактически получаемой интеллектуальной ренты ниже потенциальных доходов, которые могли бы увеличить финансирование нашей науки *(см. рисунок 5)*. Таким образом, круг структурных проблем, замкнутый как на интересы бизнеса в росте доходности, так и на институциональные барьеры («ведомственности», секретности, интеллектуальной собственности, пр.), сдерживает финансирование науки и востребованность рынка в ее результатах. В связи с ужесточением санкций спрос на отечественные разработки увеличился, но ненамного, в частности, из-за их низкого качества, несовместимости, высоких цен, и возможности параллельного импорта.

Второй источник. Управляющая система и качество управления научно-технологическим развитием

Управленческая дисфункция препятствует принятию грамотных решений в сфере планирования и механизмов научно-технологического развития (Сухарев, 2014, 2019), ведет к распылению сил и средств, неэффективным внутренним затратам на НИОКТР с единичными успешными результатами (Широв и др., 2022, с. 188–199). Дисфункция управляющей системы проявляется через несколько признаков:

- *Кто управляет научной деятельностью*: непрерывная смена ответственных лиц; отсутствие должной профессиональной подготовки, квалификации и опыта в сфере НИОКТР у лиц, принимающих стратегические решения.
- *Кем управляет*: более сложная и разнообразная система – объект управления, наука (носители знаний и сфера их деятельности, где энтропия растет непрерывно в силу объективных трендов НТР) – управляется менее сложной системой (чиновничий аппарат, бюрократизированный и менее склонный к гибким методам управления), т.е. нарушен системный закон необходимого разнообразия У. Эшби.
- *Как управляет*: а) хаотическое избрание приоритетов научных исследований вне прогноза НТР; б) плохая подготовка стратегических документов (стратегии НТР РФ аморфные, бессубъектные, плохо обоснованные – как прогнозом НТР, так и имеющимися возможностями достижения целей (Никонова, 2019)); в) отсутствие целеполагания и рефлексивного анализа, повторение ошибок в установке рубежей; г) применение примитивных, наукометрических оценок результативности науки в качестве критериев финансирования; д) точечные меры ручного управления, фрагментарные способы поддержки науки, усиливающие неопределенность институциональной среды функционирования исследовательских организаций.

© А.А. Никонова, 2024 г.

В итоге ни один показатель стратегии «Инновационная Россия – 2020» не достигнут, за исключением публикаций (Красильникова, Никонова, 2022). Просчеты управления ведут к распылению средств, потере интеллектуальных ресурсов, утечке «мозгов» в другие сектора и за рубеж.

Отметим, что наука в целом, а в большей степени академическая наука (особенно, экономическая) мало востребована со стороны сектора управления, прежде всего, на макроуровне управления. Отчасти ввиду отсутствия должного понимания со стороны управленцев достоинств и ограничений в документах ученых: так, А.А. Широв подчеркивает, что «для этого нужно, чтобы во власти были квалифицированные люди»[8]. По опросу Новой экономической ассоциации, только 40% экономистов находят позитивным в целом интерес власти к результатам научных исследований (по разным направлениям), а четверть респондентов находят его в целом неудовлетворительным, конкретно, треть – в части разработки рекомендаций, относящихся к разъяснению действий властей. Эффективность чиновников на федеральном, региональном и муниципальном уровне оценивают как хорошую только 21%, 18% и 15% респондентов, соответственно; как отличную – 3,3%, 3,3% и 2,4%. Свыше половины опрошенных не удовлетворены политикой государства в сфере образования, которое, по мнению половины ученых, является фактором усиления неравенства[9].

Третий источник. Научные силы: позиция науки и образования в обществе и проблемы социокультурной среды

Ослабление науки и образования и влияния их на экономику и общество в период рыночных реформ негативно повлияло на состояние и динамику интеллектуального потенциала: сокращение численности исследователей в 2,36 раза (1992–2022 гг.), прежде всего в сфере естественных и технических наук[10], в т.ч. за счет утечки «умов» за рубеж и внутренней миграции в другие сферы деятельности; потеря ряда научных школ и направлений (Пипия, Чистякова, 2020; Шматко, Волкова, 2017); сокращение количества патентных заявок на изобретения, поданных российскими заявителями в России; снижение мотивации, падение престижа ученых и преподавателей, оплата труда на уровне, не удовлетворяющем витальные потребности людей. Существенным представляется снижение доверия к власти, институтам развития, коллективу.

В итоге ухудшаются способности науки как производительной силы. Сами ученые, по опросу Новой экономической ассоциации, признают неудовлетворительным влияние экономической науки на экономику и общество – как на федеральном уровне, так и на региональном и муниципальном уровне: 76%; 73% и 70% респондентов, соответственно. В том же опросе мнения об уровне развития российской науки разделились, а 16% считают неуместным сравнение российской науки с зарубежной в виду различия задач и подходов[11].

Научное экономическое сообщество разделено и не составляет целостности, по оценке 2/3 респондентов[12]. По нашему мнению, разделение науки представляет собой проекцию структурных особенностей экономики и бизнеса, как показано выше. Например, из-за приверженности разной идеологии в сфере общественных наук или разного доступа к исключительным благам и ресурсам для исследовательской и инновационной деятельности, в т.ч. в региональном разрезе (грантам, субсидиям, пр.). Система распределения способствует усилению дифференциации. Вторичное распределение поддерживает беднейшие страты населения, практически ничего не добавляя в пользу роста интеллектуального потенциала

[8] Гальчева А. Эксперты оценили свое влияние на «кол», а работу чиновников – на «тройку». РБК. 06.05.2024. URL: https://www.rbc.ru/economics/06/05/2024/66333d829a7947c75ac25ed8?%20utm_source=yxnews&utm_medium=-mobile&utm_referrer=https%3A%2F%20%2Fdzen.ru%2Fnews%2Fsearch%3Ftext%3D.

[9] Социологический опрос экспертного сообщества экономистов. Новая экономическая ассоциация. 24.03.2024. URL: https://www.econorus.org/socmon.phtml.

[10] Российский статистический ежегодник 2003. Стат. сб. Москва: Росстат, 2003. С. 525; Российский статистический ежегодник 2023. С. 504–505.

[11] Социологический опрос экспертного сообщества экономистов, 2024

[12] Там же.

© А.А. Никонова, 2024 г.

страны и регионов. Менее половины опрошенных ученых рассматривают профессиональное образование как социальный лифт для молодежи[13]. Интересно, какой иной инструмент может обеспечить приток талантливых исследователей в науку, привлечь и удержать их.

В российской действительности межрегиональная миграция ученых и молодых специалистов усиливает региональную дифференциацию технологической и социокультурной среды, способной генерировать таланты и гениев на отстающих территориях (Волкова, Никишин, 2022), кроме того – сокращает возможности роста спроса домашних хозяйств на технически сложные и дорогие товары.

ОБСУЖДЕНИЕ

Существуют три кита инноваций и повышения результативности науки:

1. Внутренний спрос со стороны бизнеса и потребительского сектора.
2. Научный и человеческий потенциал, научные школы, таланты, нравственно здоровые и мотивированные исследовательские кадры.
3. Грамотные способы управления, меры научно-технологической, образовательной и социокультурной политики, руководствующиеся системным видением объекта управления и ситуации в целом.

Суть взаимосвязи между фундаментальными условиями результативности науки и трансмиссии НИОКТР в экономику состоит в том, что дифференциация по доходам обуславливает глубокие различия в образе жизни и в образе мысли. Дешевый труд и не признание обществом ценности научного труда, с одной стороны, создает ловушку низкой производительности, в т.ч. результативности науки; с другой, сокращает возможности повышения качества потребностей и роста платежеспособного потребительского спроса; с третьей стороны, поощряет бизнес (и чиновников на более высоком уровне управления) экономить на издержках и расширять использование дешевого труда, вместо внедрения сложной техники и интеллектуальных систем, привлекать к выполнению задач низкоквалифицированных мигрантов, порождая гуманитарную катастрофу в среде социально-экономической системы.

Вместе с этим порядок управления, перекосы структурной инвестиционной политики и распределительной системы воспроизводят структурные диспропорции экономики и такую модель производственных отношений, в рамках которой ни один агент фактически *не заинтересован в инновациях*, т.е. в рискованных с точки зрения расходов мероприятиях по превращению знаний в новые товары и технологии. Никто не склонен к эксперименту.

В сфере бизнеса часть субъектов владеет альтернативными способами получения доходов; другие ничем не застрахованы от риска потерь – как в случае коммерческой неудачи, так и в виду возможной принудительной передачи успешного стартапа другому субъекту.

В сфере академической и прикладной науки исследователи и разработчики довольствуются публичным представлением результатов НИОКТР в форме публикаций, желательно, в высокорейтинговых журналах, патентов, а также выступлений на конференциях. Наряду с имитацией причастности к вкладу в мировую науку, такие формы служат индикаторами результативности научной деятельности в отчетах вышестоящим управленцам и как-то оплачиваются, причем именно руководитель линейного подразделения принимает решение о размерах вознаграждения в дополнение к невысокому окладу. О тотальной зависимости от чиновников и согласии научной элиты с униженным положением в обществе говорят факты: значительную часть подручных средств ученые и преподаватели приобретают самостоятельно за свои деньги, готовы безвозмездно отчуждать свой труд, предоставляя права журналам (76% респондентов), не требуя гонораров (43%) ради баллов за публикации. В таком уязвленном положении люди не склонны проявлять энтузиазм и браться за поисковые исследования с непонятным исходом и поощрением. Поэтому мало радикальных инноваций, в лабораториях планируется ожидаемый

[13] Социологический опрос экспертного сообщества экономистов, 2024

© А.А. Никонова, 2024 г.

результат в рамках традиционной тематики. Так, только 65% ученых согласны с таким важнейшим критерием публикации статьи как наличие новых результатов[14], т.е. треть готова публиковать что угодно ради библиометрии в отчетности и соответственно, премии.

Таким образом, отечественные НИОКТР не востребованы рынком, но и не выводятся на рынок, они остаются сырыми научными продуктами, это устраивает всех субъектов в сложившейся экономической и институциональной среде.

Вместе с этим естественно допустить наличие организаций, склонных воспользоваться российскими разработками. Поэтому в ситуации санкционных ограничений создание единой базы знаний и НИОКТР особенно актуально, работы в ИПРАН РАН в этом направлении (Заварухин, Клеева, 2023б) и источники знаний нуждаются во всемерной поддержке. Очевидно, они не только найдут спрос, но будут способствовать диффузии знаний.

Три перспективных модели создания инноваций

Многолетний опыт СССР (в частности, в атомных проектах) и мировых технологических лидеров показывает, что наука составляет базис успешного развития и стратегической конкурентоспособности экономики. Научные исследования лежат в основе моделей создания инноваций, однако нельзя полагаться исключительно на научный потенциал. Как показано выше, качество управления имеет значение, но также *выбор адекватной модели*, соединяющей все факторы инноваций, заметно влияет на результат. Так, в ходе рыночных реформ была сохранена *проектная модель*, хорошо зарекомендовавшая себя в технологических достижениях, а *линейная модель* (прямая цепь от НИР – к инновациям) – сломана. Попытка заменить ее на *экосистемную модель* (Сколково) не столь успешна: лучшие стартапы ушли на запад, национальные чемпионы не растут, разработки не распространяются по стране. Появляются сильные частные предприниматели на волне дефицита технологий (микроэлектроника и др.), но отсутствие управления в частном бизнесе ведет к углублению разрозненности – как экономики, так и научно-технологического комплекса. Кроме того, для создания собственных линий разработки технологий не достает разваленной в перестройку прикладной науки, которая опирается на линейно-институциональную модель. Линейная модель базируется на институциональном финансировании «сверху» и предназначена для выполнения госзадания (госзакупки и пр.). Взаимодействие государства и бизнеса можно осуществлять в форме государственно-частного партнерства. Линейная модель лучше других обеспечивает сохранение и развитие научного потенциала, научных школ (Богачева, Смородинов, 2019).

В связи с этим в целях реализации фундаментальных факторов продуктивности инновационной деятельности представляется обоснованным сочетать три эти типа моделей, выбирая наилучшую из них в зависимости от объекта и предмета такой деятельности.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Для оценки результативности науки, прежде всего, требуются показатели, измеримые качественно или количественно, адекватные особенностям НТР, объективно обоснованные применительно к российским условиям. В зависимости от содержательного толкования термина «результативность науки» и соответствующих индикаторов, факторы результативности НИОКТР имеют разную значимость. Например, привлечение финансирования и правильная маркетинговая стратегия играют решающую роль для результативности НИОКТР на стадиях ОКТР, производства опытной партии, выведения на рынок. Такие факторы здесь не рассматриваются. Мы сосредоточились на фундаментальных факторах результативности науки, исходя из особенностей структурно-функциональной модели национальной системы.

Для идентификации источников нерезультативности науки применяется системный

[14] Социологический опрос экспертного сообщества экономистов, 2024

© А.А. Никонова, 2024 г.

подход, направленный на изучение национальной системы целиком. Такой ракурс исследования позволяет выделить источники нерезультативности российской науки, вызванные системными проблемами российской экономики: спецификой ее структуры, как следствие – разделением и науки, и бизнеса, соответственно слабой заинтересованностью в отечественных НИОКТР и инновациях, снижением внутреннего спроса на отечественные инновации. В результате сложившейся структуры экономики и непродуманных управленческих решений в отношении прикладной и фундаментальной науки снижается как внутренняя востребованность отечественных НИОКТР и инноваций, так и предложение их должного качества, ухудшается научный потенциал.

В рамках сложившейся структуры российской национальной системы интересы акторов и институциональные барьеры занимают центральное место в источниках нерезультативности российской науки. Возможные потребители отечественных НИОКТР мало знают о них, но и не хотят знать, т.к. выработали привычку импортировать готовые решения. В связи с этим важно сформировать единую базу знаний и НИОКТР в разной степени готовности, а также создать платформу доступа, удобную для пользователей.

Системный взгляд дает понимание направлений повышения результативности: стимулирование интереса к инновациям и внутреннего спроса; создание системы страхования инновационных рисков и распределения их между всеми стейкхолдерами; повышение качества управления; упорядочение системы прав на интеллектуальную собственность; поддержка научных школ и самореализации талантов. Структура экономики – долговременный фактор, но и он подвержен корректировке, например, при помощи структурной инвестиционной госполитики и изменения распределительной системы.

Практическая значимость полученных результатов состоит в обосновании коренных источников нерезультативности российской науки и фундаментальных факторов продвижения инноваций, способствует концентрации внимания, усилий, финансов на соответствующих направлениях: 1) структурная политика; 2) управление и поддержка внутреннего спроса; 3) научные кадры и, в целом, люди. Компоненты представлены детально в данной работе, они подтверждают выводы ведущих исследователей (Аганбегян, 2021, 2023; Комков, 2023; Сухарев 2023b; Широв, 2023). Понятно, мероприятия не могут ограничиться выдвинутыми предложениями. К примеру, критически важна технологическая модернизация массовых производств, оснащение исследовательских лабораторий передовой техникой и приборами (Дементьев, 2023; Никонова, 2023), однако все меры должны быть увязаны с направлением главного удара.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Аганбегян А.Г. Инновации в России: от высокого знания и наличия перспективных научных заделов к эффективному социально-экономическому развитию // Экономическое возрождение России. 2023. Т. 76. № 2. С. 13–26. https://doi.org/10.37930/1990-9780-2023-2(76)-13-26
2. Аганбегян А.Г. О приоритетном развитии сферы экономики знаний // Экономическое возрождение России. 2021. № 1(67). С. 15–22. https://doi.org/10.37930/1990-9780-2021-1-67-15-22
3. Богачева О.В., Смородинов О.В. Актуальные вопросы организации государственного финансирования НИОКР в странах ОЭСР // Финансовый журнал. 2019. № 2. С. 37–50. https://doi.org/10.31107/2075-1990-2019-2-37-50
4. Варшавский А.Е. Проблемные инновации в управлении сферой НИОКР: использование библиометрических показателей // Анализ и моделирование экономических и социальных процессов: Математика. Компьютер. Образование. 2020. № 2. С. 56–72. https://doi.org/10.20537/mce2020econ06
5. Варшавский А.Е., Маркусова В.А. Методологические проблемы международного сравнительного анализа результатов научной деятельности // Инновационная политика: Россия и Мир: 2002–2010 / под общ. ред. Н.И. Ивановой и В.В. Иванова; Российская академия наук. Москва: Наука, 2011. С. 407–441.

© А.А. Никонова, 2024 г.

6. Ведин Н.В. Экономическая неоднородность обмена в хозяйственной эволюции общества. Санкт-Петербург: Изд-во НПК «РОСТ», 2006. 218 с.
7. Волкова Г.Л., Никишин Е.А. Паттерны межрегиональной мобильности российских ученых и готовность к переездам в будущем // Экономика региона. 2022. Т. 18, № 1. С. 175–192. https://doi.org/10.17059/ekon.reg.2022-1-13
8. Дементьев В.Е. Обновление технологической базы производства и процентная политика // Экономическое возрождение России. 2023. № 2. С. 70–83. https://doi.org/10.37930/1990–9780–2023–2(76)-70–83
9. Заварухин В.П., Клеева Л.П. Методологические основы формирования системы оценки результативности НИОКТР // Российское конкурентное право и экономика. 2023a. № 1 (33). С. 38–45. https://doi.org/10.47361/2542-0259-2023-1-33-38-45
10. Заварухин В.П., Клеева Л.П. Система оценки результативности НИОКТР как основа мониторинга научно-технологической сферы // Экономика науки. 2023б. Т. 9. № 1, 56–66. https://doi.org/10.22394/2410–132X-2023-9-1-56-66
11. Клейнер Г.Б. Системная экономика: шаги развития. Москва: Научная библиотека, 2022. 746 с.
12. Клепач А.Н., Водоватов Л.Б., Дмитриева Е.А. Российская наука и технологии: взлет, или прогрессирующее отставание (Часть I) // Проблемы прогнозирования. 2022. № 6(195). С. 76–93. https://doi.org/10.47711/0868-6351-195-76-93
13. Комков Н.И. Трансформация и сохранение потенциала развития экономики России // Проблемы прогнозирования. 2023. № 3 (198). С. 173–183. https://doi.org/10.47711/0868-6351-198-173-183
14. Красильникова Е.В., Никонова А.А. Итоги исполнения первого этапа научно-технологической стратегии России // Стратегическое планирование и развитие предприятий. Сб. докладов участников секционных заседаний XXI Всероссийского симпозиума. Москва: ЦЭМИ РАН, 2020. С. 695–699. https://doi.org/10.34706/978-5-8211-0783-1-s5-15
15. Литвинова Л.И. Факторы научной продуктивности и проблемы ее оценки // Университетское управление: практика и анализ 2018. Т. 22. № 1. С. 61–75. https://doi.org/10.15826/umpa.2018.01.006
16. Никонова А.А. Системный анализ стратегии научно-технологического развития России // Экономическая наука современной России. 2019. № 1 (84). С. 117–134. https://doi.org/10.33293/1609-1442-2019-1(84)-117-134
17. Никонова А.А. Факторы НИОКР: чего недостает России для инноваций // Россия: Тенденции и перспективы развития. Еж-к. Вып. 18: Матер. XXII Национальной научной. конфереренции. с международным участием «Модернизация России: приоритеты, проблемы, решения». Ч. 1. Москва: ИНИОН РАН, 2023. С. 330–340. https://doi.org/10.5281/zenodo.8057395
18. О долгосрочном научно-технологическом развитии России / Под ред. Белоусова Д.Р. и Фролова И.Э. Москва: Динамик-принт, 2022. 168 с.
19. Пипия Л.К., Чистякова В.Е. Проблема «утечки умов» на фоне миграционных процессов в России // Инновации. 2020. № 8(262). С. 17–30. https://doi.org/10.26310/2071–3010.2020.262.8.003
20. Самоволева С.А., Балычева Ю.Е. Характеристики качества инновационного процесса и абсорбция зарубежных знаний // Инновации, 2020. № 6 (260). С. 69–79. https://doi.org/10.26310/2071–3010.2020.260.6.009
21. Сухарев О.С. Дисфункция институтов и систем: теоретические основы // Экономические стратегии. 2014. № 2. С. 2–11.
22. Сухарев О.С. Дисфункция на уровне макро и микро управления социально-экономическими системами // Эргодизайн. 2019. Т. 6. № 4. С. 173–178. https://doi.org/10.30987/2619-1512-2019-2019-4-173-178
23. Сухарев О.С. Технологическое развитие: проблема измерения и управления // Россия: Тенденции и перспективы развития. Еж-к. Вып. 18: Матер. XXII Национальной научн. конфер. с международным участием «Модернизация России: приоритеты, проблемы, решения». Ч. 1. Москва: ИНИОН РАН, 2023a. С. 389–393.
24. Сухарев О.С. Технологическая независимость России: способы обеспечения // Россия: общество, политика, история. 2023b. Т. 6. № 1. С. 24–39. https://doi.org/10.56654/ROPI-2023-1(6)-24-39
25. Широв А.А., Порфирьев Б.Н., Единак Е.А. и др. Потенциальные возможности роста российской экономики: анализ и прогноз / Широв А.А., Порфирьев Б.Н., Единак Е.А., Шокин И.Н., Ксенофонтов М.Ю. и др. Москва: ИНП РАН, 2022. С. 170–199. https://doi.org/10.47711/sr2-2022
26. Широв А.А. Российская экономика – возможности структурно-технологического маневра // Научные труды ВЭО России. 2023. № 3. Т. 241. С 61–71. https://doi.org/10.38197/2072-2060-2023-241-3-61-71
27. Шматко Н.А., Волкова Г.Л. Мобильность и карьерные перспективы исследователей на рынке труда // Высшее образование в России. 2017. Т. 208. № 1. С. 35–46.
28. Aghion P., Howitt P. A Model of Growth through Creative Destruction // Econometrica. 1992. Vol. 60. No. 2. Pp. 323–351. https://doi.org/10.2307/2951599

© А.А. Никонова, 2024 г.

29. Hatipoglu O. Patent, Inequality and Innovation – Driver Growth // MPRA. Paper 7855. March 2008. URL: http://mpra.ub.uni-muenchen.de/7855/1/MPRA paper 7855.pdf.
30. Ivanov V.V., Markusova V.A., Mindeli L.E. Government Investments and the Publishing Activity of Higher Educational Institutions: Bibliometric Analysis // Herald of the Russian Academy of Sciences. 2016. Vol. 86. Issue 4. PP. 314–321. https://doi.org/10.1134/S1019331616040031
31. Leydesdorff L., Wagner C. Macro-level Indicators of the Relations between Research Funding and Research Output // Journal of Informetrics. 2009. Vol. 3. No. 4. PP. 353–362. https://doi.org/10.1016/j.joi.2009.05.005
32. Romer P.M. The Origins of Endogenous Growth // Journal of Economic Perspectives. 1994. Vol. 8. Issue 1. PP. 3–22. https://doi.org/10.1257/jep.8.1.3
33. Werner R. The focus on bibliometrics makes papers less useful // Nature. 15 January 2015. Vol. 517. P. 245. https://doi.org/10.1038/517245a

Информация об авторе

Никонова Алла Александровна – кандидат экономических наук, ведущий научный сотрудник лаборатории имитационного моделирования взаимодействий экономических объектов, Центральный экономико-математический институт РАН; WoS Researcher ID: AAR-8177–2020, ORCID: 0000-0002-9115-3795
(Российская Федерация, 117418 Москва, Нахимовский пр-т, д. 47; e-mail: prettyal@cemi.rssi.ru).

REFERENCES

1. Aganbegyan, A.G. (2023). Innovations in Russia: from possessing the higher knowledge and promising scientific groundwork towards effective socio-economic development. *Economic revival of Russia, 76(2)*, 13–26. https://doi.org/10.37930/1990-9780-2023-2(76)-13-26 (in Russ)
2. Aganbegyan, A.G. (2021). On priority development of knowledge economy. *Economic revival of Russia,* 67(1), 15–22. https://doi.org/10.37930/1990-9780-2021-1-67-15-22 (in Russ)
3. Bogacheva, O.V., Smorodinov, O. V. (2019). Major aspects of organization of public R&D funding in OECD Countries. *Finance Journal*, 2, 27–50. https://doi.org/10.31107/2075-1990-2019-2-37-50 (in Russ)
4. Varshavsky, A.E. (2020). Questionable innovations in R&D management: the use of bibliometric indicators. *Analysis and modeling of economic and social processes: Mathematics. Computer. Education*, 2, 56–72. https://doi.org/10.20537/mce2020econ06 (in Russ)
5. Varshavsky, A.E., Markusova, V.A. (2011). Methodological Problems of International Comparative Analysis of the Results of Scientific Activity. *Innovative Policy: Russia and the World: 2002-2010*. N.I. Ivanova and V.V. Ivanov (eds); Russian Academy of Sciences. Moscow: Nauka Publishing House, 407–441. (in Russ)
6. Vedin, N.V. (2006). *Economic heterogeneity of exchange in the economic evolution of society*. St. Petersburg: NPK "ROST" Publ. House. 218 p. (in Russ)
7. Volkova, G.L, Nikishin, E.A. (2022). Interregional Mobility Patterns of Russian Scientists and Their Willingness to Move in the Future. *Economy of regions*, 18(1), 175–192. https://doi.org/10.17059/ekon.reg.2022-1-13 (in Russ)
8. Dementiev, V.E. (2023). Updating the Technological Foundation of Production and Percentage Policy. *Economic revival of Russia*, 76(2), 70–83. https://doi.org/10.37930/1990-9780-2023-2(76)-70-83 (in Russ)
9. Zavarukhin, V.P., Kleeva, L.P. (2023a). Methodological basis for the formation of a system for evaluating R&D effectiveness. *Russian competition law and economy*, 33(1), 38–45. https://doi.org/10.47361/2542-0259-2023-1-33-38-45 (in Russ)
10. Zavarukhin, V.P., Kleeva, L.P. (2023b). R&D Performance Evaluation System as the Basis for Monitoring the Research and Technological Sphere. *Economics of Science*, 9(1), 56–66. https://doi.org/10.22394/2410-132X-2023-9-1-56-66 (in Russ)
11. Kleiner, G.B. (2022). *System Economy: Development steps*. Moscow: Nauchnaya biblioteka, 2022. 746 p. (in Russ)
12. Klepach, A.N., Vodovatov, L.B., Dmitrieva, E.A. (2022). Russian Science and Technology: Rise or Progressive Lag (Part I). *Studies on Russian Economic Development*, 33(6), 630–643. https://doi.org/10.1134/S1075700722060077 (in Russ)
13. Komkov, N.I. (2023). Transformation and Preserving the Development Potential of the Russian Economy. *Studies on Russian Economic Development*, 34(3), 399–405. https://doi.org/10.1134/S1075700723030061 (in Russ)
14. Krasilnikova, E.V., Nikonova, A.A. (2020). Results of the Execution of the First Stage of the Scientific and Technological Strategy of Russia. *Strategic Planning and Development of Enterprises. XXI All-Russian Symposium.* Moscow: CEMI RAN. Pp. 695–699. https://doi.org/10.34706/978-5-8211-0783-1-s5-15 (in Russ)

© А.А. Никонова, 2024 г.

15. Litvinova, L.I. (2018). Measurement and Factors of Academic Productivity. *University Management: Practice and Analysis*, 22(1), 61–75. https://doi.org/10.15826/umpa.2018.01.006 (in Russ)
16. Nikonova, A.A. (2019). Sistemic requirements and their implementation in the science and technological strategy in Russia. *Economics of Contemporary Russia*, 84(1), 117–134. https://doi.org/10.33293/1609-1442-2019-1(84)-117-134 (in Russ)
17. Nikonova, A.A. (2023). R&D Factors: What Russia Lacks for Innovation. *Russia: Trends and Development Prospects*, *Modernization of Russia: Priorities, Problems, Solutions*. XXII National Scientific conference, 18(1). Moscow: INION RAS, 330–340. https://doi.org/10.5281/zenodo.8057395 (in Russ)
18. *On the Long-Term Scientific and Technological Development of Russia* (2022) Belousov D.R. and Frolov I.E. (eds) Moscow: Dinam-print Publ., 168 p. (in Russ)
19. Pipiya, L.K., Chistjakova, V.E. (2020). Brain drain and migration trends in Russia. *Innovations*, 8(262), 17-30, https://doi.org/10.26310/2071-3010.2020.262.8.003 (in Russ)
20. Samovoleva, S.A., Balycheva, Yu.E. (2020). Quality characteristics of innovation process and absorption of foreign knowledge. Innovation, 260(6), 69–79. https://doi.org/10.26310/2071-3010.2020.260.6.009 (in Russ)
21. Sukharev, O.S. (2014). Dysfunction of institutions and systems: basic theory. *Economic strategies*, 2, 2–11. (in Russ)
22. Sukharev, O.S. (2019). Dysfunction at the level of macro and micro management of socio-economic systems. *Ergodesign*, 6(4), 173–178. https://doi.org/10.30987/2619-1512-2019-2019-4-173-178 (in Russ)
23. Sukharev, O.S. (2023a). Technological Development: The Problem of Measurement and Management. *Russia: Trends and Development Prospects*, *Modernization of Russia: Priorities, Problems, Solutions. XXII National Scientific conference*, 18(1). Moscow: INION RAS, 389–393. (in Russ)
24. Sukharev, O.S. (2023b). Technological Independence of Russia: Methods of Provision. *Russia: Society, Politics, History*, 6(1), 24–39. https://doi.org/10.56654/ROPI-2023-1(6)-24-39 (in Russ)
25. Shirov, A.A., Porfiriev, B.N., Edinak, E.A. et al. (2022). *Potential Growth Opportunities of the Russian Economy: Analysis and Forecast*. Moscow: INF RAS, 170–199. https://doi.org/10.47711/sr2-2022 (in Russ)
26. Shirov, A.A. (2023). The Russian economy – opportunities for structural and technological redistribution. *Scientific Works of the Free Economic Society of Russia*, 241(3), 61–71. https://doi.org/10.38197/2072-2060-2023-241-3-61-71 (in Russ)
27. Shmatko, N.A., Volkova, G.L. (2017). Mobility and Career Opportunities of Researchers on the Labour Market. *Higher Education in Russia*, 208(1), 35–46. (in Russ)
28. Aghion, P., Howitt, P. (1992). A Model of Growth through Creative Destruction. *Econometrica*, 60(2), 323–351.
29. Hatipoglu, O. (2008). *Patent, Inequality and Innovation – Driver Growth*, MPRA, Paper 7855. URL: http://mpra.ub.uni-muenchen.de/7855/1/MPRA paper 7855.pdf
30. Ivanov, V.V., Markusova, V.A., Mindeli, L.E. (2016). Government Investments and the Publishing Activity of Higher Educational Institutions: Bibliometric Analysis. *Herald of the Russian Academy of Sciences*, 86(4), 314–321. https://doi.org/10.1134/S1019331616040031
31. Leydesdorff, L., Wagner, C. (2009). Macro-level Indicators of the Relations between Research Funding and Research Output. *Journal of Informetrics*, 3(4), 353–362. https://doi.org/10.1016/j.joi.2009.05.005
32. Romer, P.M. (1994). The Origins of Endogenous Growth. *Journal of Economic Perspectives*, 8(1), 3–22. https://doi.org/10.1257/jep.8.1.3
33. Werner, R. (2015). The focus on bibliometrics makes papers less useful. *Nature,* 517, 245. https://doi.org/10.1038/517245a

Author

Alla A. Nikonova – Candidate of Economic Sciences, Leading Researcher of the Laboratory for Simulation of Interactions of Economic Objects, Central Economics and Mathematics Institute, Russian Academy of Science; WoS Researcher ID: AAR-8177–2020, ORCID: 0000-0002-9115-3795 (47, Nakhimovsky pr., Moscow, 117418, Russian Federation; e-mail: prettyal@cemi.rssi.ru).

Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.
The author declares no conflict of interest.
Поступила в редакцию (Received) 19.06.2024
Поступила после рецензирования (Revised) 24.10.2024
Принята к публикации (Accepted) 06.11.2024

© А.А. Никонова, 2024 г.

АКТУАЛЬНАЯ ТЕМА/ДИСКУССИЯ

ОРИГИНАЛЬНАЯ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКАЯ СТАТЬЯ
УДК: 338.2
JEL: A20, O15
https://doi.org/10.22394/2410–132X.482

КАЧЕСТВЕННОЕ ОБНОВЛЕНИЕ ЭКОНОМИЧЕСКОГО ОБРАЗОВАНИЯ В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ И МЕЖДИСЦИПЛИНАРНЫЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ КЛАСТЕР «БЕЛОРУССКАЯ ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ШКОЛА»

С.Ю. СОЛОДОВНИКОВ
Белорусский национальный технический университет, г. Минск, Республика Беларусь;
e-mail: solodovnikov@bntu.by

Аннотация. Целью данного исследования является установление взаимосвязи между преподаванием современной политической экономии и качественным обновлением экономического образования. Методология статьи представлена системным подходом, субъектным подходом, институциональным подходом, а также другими общенаучными методами и принципами познания. Общий результат исследования заключается в том, что создание позитивной национальной идеи Беларуси возможно только на основе современной политической экономии, что обусловило переход к преподаванию политэкономии как дисциплины. Вместе с тем переход к преподаванию учебной дисциплины «Современная политическая экономия» выявил и необходимость решения ряда методических задач. В первую очередь – потребность в визуализации информации, что способствует формированию у студентов, магистрантов и заинтересованных лиц целостной картины мира, происходящих в белорусском обществе и мире под воздействием внутренних политико-экономических факторов и трансформации глобальной социально-экономической среды и современного миропорядка, развитию критического мышления, овладению навыками анализа и оценки политико-экономической ситуации, разработки и принятия управленческих решений в профессиональной деятельности, осознанному выбору моделей политико-экономического поведения в повседневной жизни. Выполнить эту задачу способна авторитетная Белорусская экономическая школа.

Ключевые слова: современная политическая экономия, белорусская экономическая школа, университет

Информация о финансировании: Данное исследование выполнено без внешнего финансирования.

Для цитирования: Солодовников С.Ю. Качественное обновление экономического образования в Республике Беларусь и междисциплинарный научно-исследовательский кластер «Белорусская экономическая школа» // Экономика науки. 2024. № 10(4). С. 25–34. https://doi.org/10.22394/2410–132X.482

DISCUSSION

ORIGINAL RESEARCH ARTICLE
UDC: 338.2
JEL: A20, O15
https://doi.org/10.22394/2410–132X.482

QUALITATIVE RENEWAL OF ECONOMIC EDUCATION IN THE REPUBLIC OF BELARUS AND THE INTERDISCIPLINARY RESEARCH CLUSTER “BELARUSIAN ECONOMIC SCHOOL”

S.YU. SOLODOVNIKOV
Belarusian national technical university, Minsk, Republic of Belarus; e-mail: solodovnikov@bntu.by

© С.Ю. Солодовников, 2024 г.

Abstract. The purpose of this study is to investigate the relationship between teaching modern political economy and qualitative renewal of economic education. To achieve this goal, we employ a system approach, subjective approach, institutional approach, and other general scientific methods and principles of cognition. The overall result of the study suggests that the creation of a positive national identity for Belarus is only possible through the implementation of modern political economy principles, which has led to the introduction of political economy as an academic discipline. However, this transition also highlighted the need to address several methodological challenges. First of all, it is necessary to visualize information in order to form a holistic picture of events occurring in Belarusian society and the world, influenced by internal political and economic factors, as well as the transformation of the global socio-economic environment and the modern world order. This helps to develop critical thinking and master the skills of analysing and assessing political and economic situation. It also enables making informed decisions in professional activities, as well as conscious choice of models of political and economic behavior in everyday life. The authoritative Belarusian Economic School is capable of fulfilling this important task.

Keywords: modern political economy, Belarusian economic school, university

Funding: This research received no external funding.

For citation: Solodovnikov, S.Yu. (2024). Qualitative renewal of economic education in the Republic of Belarus and the interdisciplinary research cluster "Belarusian Economic School". *Economics of Science,* 10(4),25–34. https://doi.org/10.22394/2410–132X.482

ВВЕДЕНИЕ

Современная мировая ситуация характеризуется чрезвычайно высоким уровнем опасностей и неопределенностей, охарактеризовать которые возможно только на основе современной экономической методологии. На наш взгляд, наиболее подходящим новым инструментарием анализа может стать разработанный нами концепт «экономики рисков», которая характеризуется «высочайшей степенью политико-экономических, технологических, финансовых и экологических неопределенностей и рисков. Эти риски принимают всеобъемлющий характер, многие из них в принципе непредсказуемы и их возможные негативные последствия могут привести человечество к глобальной катастрофе» (Солодовников, 2019b. С. 55). В отличие от традиционных экономических рисков, современные риски носят всеобъемлющий характер и предсказать их практически не представляется возможным. Усиление неопределенности сопровождается возрастанием политико-экономической конкуренции между экономически развитыми странами коллективного Запада с одной стороны, и растущими новыми лидерами, такими как Россия, Китай, Индия, Бразилия с другой. В этой связи возрастает роль человеческого капитала как важнейшего инструмента приращения национального богатства. В.В. Богатырева отмечает: «В Республике Беларусь и Российской Федерации на человеческий капитал приходится 46,46% и 48,68% (*национального богатства* – С.С.) соответственно. Следовательно, он превалирует над физическим и природным в структуре национального богатства» (Богатырева, 2021. С. 4). Это обуславливает возрастание роли образования «как с точки зрения подготовки кадров, так и получения последующего образования на протяжении всей жизни» (Мелешко, 2019) и науки в целом. «Сфера науки позволяет стимулировать спрос на информацию, продуцировать знания для развития сферы образования и в определенной мере сама является частью образовательного сектора» (Лемещенко, 2022. С.105). Учитывая вышеизложенное, становится ясной необходимость качественного обновления образования на основе современной, не противоречащей национальной идее, экономической науки. Обобщая, *целью исследования* выступает обзор подходов к изучению связи между преподаванием современной политической экономии и содержательной стороной изменений качества экономического образования, с выявлением значения такого междисциплинарного кластера как «Белорусская экономическая школа». *Методология* представлена системным анализом, обзором источников, методами анализа и синтеза результатов и оценок из научных источников. Использование данной методологии позволяет выстроить обзор и дать качественную оценку состояния

© С.Ю. Солодовников, 2024 г.

Белорусской экономической школе на современном этапе её развития.

Методология исследования: качество экономического образования

Современный мир претерпевает значительные «социальные, экономические и технологические изменения, обуславливающие нарушение геополитического равновесия ввиду усиления борьбы за все виды ресурсов» (Гурский, 2017. С. 53–54). Экономическая наука традиционно на протяжении многих десятилетий, даже столетий, была и продолжает оставаться идеологической доктриной. Выбор модели хозяйствования, направлений и способов ее трансформации всегда предопределяются сложившимся в обществе балансом политико-экономических интересов, расстановкой сил социальных классов и социально-классовых группировок, а также организованностью и сплоченностью последних.

Общественное сознание, его базовые ценности всегда идеологически оформляются и защищаются государством. Без государственной идеологии, патриотизма не может быть социальной стабильности и эффективной экономики. Идеология, как известно, является совокупностью системных упорядоченных взглядов, выражающей интересы различных социальных классов, на основе которой осознаются и оцениваются отношения людей и их общностей к социальной действительности в целом и друг к другу. Если государственная идеология не разделяется большинством населения, то такое государство и политическое устройство теряют свою гражданскую легитимность и быстро уходят с исторической арены. Экономическая наука имеет национальную детерминацию, но базируется она на фундаменте политической экономии, которая открывает закономерности развития хозяйственных отношений в различные исторические периоды. Однако идеология, в том числе экономическая, в сильной степени детерминирует экономическую политику и траекторию развития экономической системы.

При выборе модели хозяйствования приоритетной является господствующая идеологическая доктрина. Выбор между гуманистической идеологией, в основе которой лежит такой критерий общественного прогресса как снижение социального каннибализма, и идеологией рыночного либерализма, в основе которой лежит социальный каннибализм, – именно это формирует принципы хозяйственной жизни любого государства. Начало 90-х гг. прошлого века характеризовалось практически полным самоустранением государства от управления экономикой и отсутствием государственной идеологии. В Беларуси и других постсоветских странах начался экономический кризис, который сопровождался значительным ухудшением социальных и материальных условий жизни людей, у большинства из которых пропала вера в завтрашний день.

Это не могло не отразиться на качестве экономического образования, некоторой степени его дезориентации. Сегодня приходится преодолевать заложенные тогда негативные эффекты. Белорусской школе удалось в целом сохранить самобытность и не растерять теоретический фундамент для анализа и решения стоящих задач социально-экономического развития. Вместе с тем общая деформация экономических воззрений отразилась на состоянии и качестве экономического образования, которое во многом зависит от успехов экономической науки, накопленного опыта, сложившихся школ, идеологического стержня развития государства и внешних влияний, в том числе со стороны конкурирующих школ и направлений экономической науки, а также от изменений самой системы образования, которые могут выхолостить любые позитивные основы, заложенные ранее.

В связи с этим, оценка изменений качества экономического образования предполагает проведение системного анализа изменений в самой экономической науке страны, а также состояния хозяйственной системы и идеологии. Опираясь на этот алгоритм оценки, слагающий методологию настоящего обзорного исследования, дадим характеристику Белорусской экономической школы, показав междисциплинарный характер её исследований и представителей, что задаёт полезный

© С.Ю. Солодовников, 2024 г.

вектор позитивных изменений в качестве экономического образования в Республике Беларусь. Её эволюцию требуется рассматривать в контексте изменений государственности Республики Беларусь. Покажем влияние на состояние экономической школы национальных традиций, выводящих содержание экономического анализа за «мэйнстримовские рамки». В свою очередь политическая экономия способна помочь в формулировке национальной идеи развития страны. Здесь видна взаимная детерминация. Рассмотрим обозначенные аспекты с указанных методологических позиций подробнее, обобщая взгляды и позиции различных исследований.

Белорусская экономическая школа – движение к современной политической экономии

Сформировавшееся у большинства населения к 1994 г. неприятие либерально-рыночного пути социально-экономического и политического развития, по которому пошла страна в начале 90-х гг., обеспечило избрание Первого Президента Республики Беларусь А.Г. Лукашенко, что предопределило изменения социального и экономического курса страны. Новая экономическая стратегия в Республике Беларусь, начатая с приходом к власти А.Г. Лукашенко, заключалась в создании социального государства, обеспечивающего всем своим гражданам базовые социальные и экономические гарантии. Этот путь развития соответствовал сложившейся социально-экономической ситуации, ожиданиям белорусского народа, белорусской культуре и базовым институтам, обеспечил устойчивый рост экономики, улучшение ее структуры, повышение уровня жизни большей части населения.

У белорусов развивается чувство патриотизма, формируется государственная идеология, национальная модель хозяйствования доказывает свою эффективность и устойчивость. В этих условиях внешние дестабилизирующие силы начинают все более активно применять против Республики Беларусь информационное оружие. Последнее сегодня главным образом направлено на снижение политико-экономической «конкурентоспособности» страны за счет неудачных (но повторяющихся) попыток разрушения единства нации, государственной идеологии, чувства патриотизма путем навязывания чуждой нам либерально-рыночной идеологии различными механизмами. Этими механизмами выступают общественно-функциональные технологии, частным случаем которых, как справедливо отмечает Т.В. Сергиевич является «управление механизмами потребительского выбора. Чем более общество динамично, мобильно, открыто, социально-дифференцировано и богато, тем в большей степени могут быть использованы общественно-функциональные технологии» (Сергиевич, 2019. С. 78).

Некоторые ученые-экономисты, а вслед за ними ряд представителей СМИ и некоторые политики, предлагали принимать без подтверждения постулаты западных «экономиксов» и надеяться, что свободная конкуренция автоматически решит непростые проблемы Республики Беларусь. Отметим, что описанные выше проблемы практически едины для Республики Беларусь и Российской Федерации, по крайней мере, они имеют сходные корни и последствия. По этому поводу А.В. Бузгалин пишет: «В России примерно с конца 80-х гг. <...> термин “economics” стал употребляться во вполне определенном смысле – для обозначения суммы знаний (и соответственно учебной дисциплины), излагаемых в стандартном учебнике, где всегда присутствует разделение на микро- и макроэкономику и описывается функционирование рынка плюс (отчасти) его регулирование государством» (Бузгалин, 2012. С. 24). Названный автор далее указывает на то, что «человек в экономике есть более (для одних школ) или менее (для других школ) рациональный эгоист, максимизирующий свою полезность, которая, как правило, отождествляется с деньгами, и минимизирующий свои затраты, прежде всего, труда» (Бузгалин, 2012. С. 27).

Как результат, в экономической теории начали возникать работы, исследующие не реальные, а виртуальные социально-экономические отношения. Становятся популярными модели экономического роста, ориентированные на

© С.Ю. Солодовников, 2024 г.

рост потребления и вещного накопления без учета необходимости поддержания экологического равновесия, социальной справедливости и устойчивости инновационного развития в целом. Разделение всех существующих сегодня экономических научных школ и направлений целесообразно проводить не по критерию «план или рынок», а по тому, какие они исследуют объекты: реальные социально-экономические процессы или виртуальные (идеальные) модели. Последние модели сегодня также могут стать основой для создания информационного оружия. «Деструктивное информационное воздействие приводит к мировоззренческим и ценностным искажениям на персональном и общественном уровне. Это, в свою очередь, в долгосрочном периоде ведет к деформации (снижению) устойчивости существующих неформальных институтов...» (Кристиневич, 2020. С. 48), что негативно сказывается на устойчивости национальной безопасности в целом.

Дальнейшее развитие белорусской государственности, обеспечение социальной стабильности и устойчивого экономического роста на основе инновационных технологий требует общественной консолидации на основе национальной идеи. Национальная идея Беларуси – это относительно самостоятельный комплекс духовно-нравственных и политико-экономических механизмов, ориентированных на усиление жизненности белорусского общества. Основная функция национальной идеи состоит в обеспечении общества необходимыми для его существования и развития идеологическими, культурными и политико-экономическими условиями, средствами и инструментами. При этом важнейшим условием устойчивого функционирования национальной идеи является высокий уровень социального потенциала, накопленный и успешно капитализируемый на уровнях государства, социальных классов и классоподобных групп, домашних хозяйств и индивидов. Именно наличие высокого социального капитала и его равномерное распределение по всем вышеназванным уровням социальной стратификации является обязательным условием существования созидательной национальной идеи Беларуси, основанной на позитивной государственной идеологии.

Любое современное общество не является чем-то монолитным, а напротив – его социально-классовая дифференциация постоянно усиливается. Соответственно, при «стихийном» формировании национальной идеи неизбежно возникает нескольких ее типовых моделей или протоконцепций, некоторые из которых могут быть основаны на идеях отрицания социальности белорусского государства, суверенитета страны, а соответственно будут представлять угрозу национальной безопасности. Последнее обусловлено не только несовпадением политико-экономических интересов различных общественных групп и социальных классов, обусловленных в том числе и появлением новых городских классов, но и внешним вмешательством в этот процесс со стороны государств, враждебных Республике Беларусь. Кроме того, как справедливо отмечает О.С. Сухарев, «вероятность разрушительных последствий подобного индивидуального поведения для экономики увеличивается, что повышает потребность в ограничивающих социальных нормах, культуре, образовании, регулировании общественного порядка, системе социальной защиты» (Сухарев, 2005. С. 70).

Создание позитивной национальной идеи Беларуси возможно только на основе современной политической экономии. Значительный вклад в развитие политической экономии традиционно вносила и продолжает вносить Национальная академия наук в целом и Институт экономики Национальной академии наук Беларуси, в частности. Важнейшим этапом в консолидации патриотически настроенной части белорусских ученых экономистов следует признать принятие Постановления Бюро Президиума НАН Беларуси от 07.08.2020 г. № 374, зафиксировавшим создание междисциплинарного научно-исследовательского кластера «Белорусская экономическая школа», который является «объединением научных организаций, институционализированных научных школ, ученых, педагогов и специалистов для совместной научной деятельности

© С.Ю. Солодовников, 2024 г.

в сфере экономической науки, руководствующихся при проведении исследований едиными или близкими теоретическими и методологическими подходами»[1] (Белорусская экономическая школа, 2024).

Выражаем уверенность в том, что этим был начат важнейший этап в становлении белорусской экономической науки как методологически единой системы научных взглядов. Методологическое единство не говорит об отсутствии в Белорусской экономической школе различных подходов и мнений. Разнообразие взглядов и гипотез – это важнейший компонент любого научного прогресса. Но методологическое единство требует изучать реальные, а не выдуманные (даже хорошо обоснованные математическими методами) проблемы современности.

Белорусская экономическая школа является объединением научных организаций, институционализированных научных школ, ученых, педагогов и специалистов для совместной научной деятельности в сфере экономической науки, руководствующихся при проведении исследований едиными или близкими теоретическими и методологическими подходами. Следует отметить значительный вклад Белорусской экономической школы в проведении широкой научно-педагогической дискуссии о необходимости возвращения в вузы учебного курса «Современная политэкономия» и последующего написания учебного пособия с этим названием. Бесспорно, что без активного участия академика Гусакова Владимира Григорьевича и профессора Богатыревой Валентины Васильевны эта задача была бы невыполнима.

В Российской Федерации уже многие годы ведется широкая научно-общественная дискуссия между сторонниками и противниками изучения политической экономии. Опубликованы тысячи статей и десятки монографий на эту тему. А.А. Пороховский пишет: «Восприятию человеком своей креативной роли может помочь политическая экономия <...>. Политическая экономия имеет немало важных особенностей, как теория и учебный курс. Самое важное, что она развивает системное мышление и видение экономики у обучающихся» (Пороховский, 2022. С. 77). На этом фоне показательным является поведение противников изучения политической экономии в вузах Беларуси – они никак напрямую не реагируют на эту проблему на страницах научных изданий. Вероятно, причиной этого является отсутствие теоретико-методологических аргументов в поддержку позиции противников изучения политической экономии. Вместе с тем представители этой позиции предпринимают попытки перевести общественно-экономический дискурс в сферу нового рандомизма (он также встречается под названием «новая экономика развития»), который весьма успешно мимикрирует под частные экономические науки, главная исследовательская установка которого – «держаться от теории подальше» (Favereau, Nagatsu, 2020).

В рамках Белорусской экономической школы в настоящее время успешно завершен еще один политэкономический проект: «Разработка концепции, методологии и теории новейшей политэкономии». Цели, задачи и структура названного проекта определялись академиком Гусаковым Владимиром Григорьевичем.

В рамках этого проекта была разработана концепция, методология и теория новейшей политэкономии, позволяющие научным работникам, преподавателям, аспирантам, студентам, учащимся, государственным служащим, а также всем, кто интересуется проблемами социально-экономической политики, выработать правильное научное представление о законах, обуславливающих развитие международных экономических отношений и белорусской экономики.

Результаты названного проекта уже легли в основу учебной программы по дисциплине для специальности 7-06-0311-01 «Экономика» магистратуры Университета Национальной академии наук Беларуси. Это еще один важный шаг к возвращению политической экономии в университетские аудитории. Отличие НИР «Разработка концепции, методологии и теории новейшей политэкономии» от учебного пособия для студентов неэкономических

[1] Белорусская экономическая школа. URL: https://economics.basnet.by (дата обращения: 15. 10. 2024).

© С.Ю. Солодовников, 2024 г.

специальностей «Современная политэкономия» заключается, во-первых, в более глубокой проработке материала и соответственно большим объемом и научной проработанностью предмета исследования, во-вторых, в исключении из последнего таких компонентов как «Зарождение и развитие политической экономии» и геополитики, поскольку предполагается, что для учащихся экономических специальностей это должны быть объекты отдельных учебных дисциплин.

В 2022 г. в вузах Республики Беларусь был осуществлен переход от преподавания учебной дисциплины «Экономическая теория» к преподаванию учебной дисциплины «Современная политэкономия» для студентов неэкономических специальностей. В то же время студенты экономических специальностей по-прежнему изучают учебный курс «Экономическая теория», построенный, главным образом, на умозрительных концептах, который не только не способствует выработке у белорусских студентов позитивной экономической идеологии и патриотизма, но и прививает им либерально-рыночную идеологию, которая, по сути своей, сегодня является важнейшим идеологическим компонентом ведущейся против страны информационной войны.

Переход к изучению учебной дисциплины «Современная политэкономия», безусловно, приносит много пользы для студентов. Однако, «может так оказаться, что большинство в студенческой группе еще определяется со своей жизненной позицией, и тогда решающее значение в борьбе за их души (подвергающиеся непрерывным атакам с применением информационного оружия со стороны не дружественных нашей стране акторов) фактически отводится преподавателю» (Солодовников, 2019а. С. 184), следовательно возрастает и значимость накопления социального капитала. «В условиях новых вызовов и угроз, отличающихся высокими дестабилизирующими воздействиями, переход к новому качеству экономического роста невозможен без непрерывного роста уровня доверия в обществе. Чем ниже уровень социального капитала, тем в большей степени население страны подвержено воздействию информационного оружия» (Арчаков и др., 2022. С. 18), а следовательно, и перенятию чуждой идеологической позиции.

Одновременно с этим быстрый переход к преподаванию учебной дисциплины «Современная политическая экономия» выявил и необходимость решения ряда методических задач. Чтение лекций, проведение круглых столов и практических занятий в Республиканском институте высшей школы (РИВШ), собственный опыт преподавания представителями авторского коллектива учебного пособия «Современная политэкономия», общение с коллегами позволили сделать вывод, что освоение данного курса требует визуализации учебного материала в таблицах и схемах, адаптированных к особенностям обучения студентов и магистрантов высших учебных заведений. Представление теоретических материалов по новейшей политэкономии в наглядной форме, а именно в таблицах и схемах, будет способствовать улучшению их восприятия студентами, магистрантами и другими заинтересованными лицами.

Методологической основной при подготовке системы структурно-логических схем и таблиц по новейшей политэкономии в контексте современных геоэкономических и геополитических реалий будут выступать принципы научности, историчности, системности, инновационности, государственности. Такой подход обеспечит соответствие планируемых результатов современному мировому уровню образования, науки и техники.

Думается, что разработка системы структурно-логических схем и таблиц по новейшей политэкономии в контексте современных геоэкономических и геополитических реалий в рамках Белорусской экономической школы может стать важным звеном в цепочке преобразования белорусского научно-образовательного экономического пространства в направлении повышения соответствия формируемого представления об экономической системе общества окружающей действительности, реализации потенциала практической применимости экономической науки, выработки у населения

© С.Ю. Солодовников, 2024 г.

позитивной экономической идеологии. При этом визуально-графическое представление результатов исследования, предполагающее их таблично-схематическое выражение, позволит более эффективно реализовать эти задачи и сделает доступными полученные результаты для более широкого круга читателей. Выполнить данную задачу способна лишь такая авторитетная институция как Белорусская экономическая школа.

Принципиальной новизной обозначенной выше задачи выступает форма предоставления результатов исследования – визуально-графическая (а именно в таблицах и схемах), что в исследованиях новейшей политической экономии системно будет произведено впервые. Наглядная форма предоставления информации, сопровождаемая текстовыми пояснениями, будет способствовать улучшению восприятия заинтересованными лицами, а также послужит основой для разработки учебных материалов для студентов и магистрантов высших учебных заведений, и как следствие, формированию у них целостной картины мира, понимания сущности социальных, экономических и политических явлений и процессов, происходящих в белорусском обществе и мире под воздействием внутренних политико-экономических факторов и трансформации глобальной социально-экономической среды и современного миропорядка, развитию критического мышления, овладению навыками анализа и оценки политико-экономической ситуации, разработки и принятия управленческих решений в профессиональной деятельности, осознанному выбору моделей политико-экономического поведения в повседневной жизни.

Отличием заявленной работы от выполненной в 2023–2024 гг. НИР «Разработка концепции, методологии и теории новейшей политэкономии», а также от учебного пособия для студентов неэкономических специальностей «Современная политэкономия» заключается, во-первых, в принципиально новом формате представления полученных теоретических результатов – системе структурно-логических схем и таблиц по новейшей политэкономии в контексте современных геоэкономических и геополитических реалий, а во-вторых, в выполнении новых этапов исследования в части типологии описания современной стадии развития общества, исследования социального государства и противодействия классово-организованной эксплуатации, новой регионализации и влияния этих процессов на трансформацию места и роли Республики Беларусь в современном мире.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Разработка системы структурно-логических схем по новейшей политэкономии в контексте современных геоэкономических и геополитических реалий в рамках Белорусской экономической школы может стать важным звеном в цепочке преобразования белорусского научно-образовательного экономического пространства. Это полезно и для реализации потенциала практической применимости экономической науки, выработки у населения позитивной экономической идеологии. При этом визуально-графическое представление результатов исследования, предполагающее их таблично-схематическое выражение, позволит более эффективно реализовать эти задачи и сделает доступными полученные результаты для более широкого круга читателей. Принципиальной новизной сформулированной задачи выступает визуально-графическая подача результатов исследования (а именно в таблицах и схемах). В исследованиях по новейшей политической экономии это будет новым шагом, особенно применительно к области экономического образования.

В завершение отдельно отметим, что качественное обновление экономического образования в Республике Беларусь невозможно сегодня представить без междисциплинарного научно-исследовательского кластера «Белорусская экономическая школа». Указанный кластер прикладывает большие усилия для трансформации белорусских ученых и педагогов-экономистов в единое социально-научное сообщество на базе современной политической экономии как стержневой дисциплины. Только в Республике Беларусь начат и успешно

© С.Ю. Солодовников, 2024 г.

реализуется такой амбициозный проект как научно-исследовательский кластер «Белорусская экономическая школа», что позволяет проводить качественное обновление экономического образования с обоснованным оптимизмом.

Таким образом, в завершении, сформулируем два принципиально важных вывода настоящей статьи.

Во-первых, политическая экономия как дисциплина в Белоруссии становится базовым предметом для получения фундаментального высшего образования в области экономики, а в перспективе и по другим направлениям, изучающим экономический блок наук (например, инженерная подготовка в советский период предполагала изучение политической экономики в течение года).

Во-вторых, междисциплинарный характер белорусской экономической школы, а также её совместная эволюция с национальной государственностью республики создают прочную основу для укрепления идеологического каркаса в области экономики и агентского поведения. Оценка качества высшего образования по экономике является многоаспектной задачей, в рамках которой требуется учитывать и наличие исследовательских школ, накопленный опыт, и традиции, состояние экономической науки, идеологии и политики. Безусловно, каждый их указанных аспектов требует самостоятельных и глубоких исследований, включая и применение социологических методов анализа.

Перспективным видится сотрудничество белорусской и российской экономических школ, неоднородность которых создаст необходимую палитру мнений и подходов, которые укрепят экономические исследования.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Арчаков В.Ю., Солодовников С.Ю., Баньковский А.Л., Мелешко Ю.В. Некоторые новые подходы к обеспечению экономической безопасности Республики Беларусь // Экономическая наука сегодня. 2022. № 16. С. 7–23. DOI:10.21122/2309-6667-2022-16-7-23.
2. Богатырева В.В. Укрепление взаимодействия субъектов сферы образования – потенциал развития Союзного государства // Вышэйшая школа: навукова-метадычны і публіцыстычны часопіс. 2021. № 1(141). С. 3–9.
3. Гурский В.Л., Клименко В.А., Фаузер В.В., Сергиевич Т.В. Исследование теоретических основ нового качества экономического роста в контексте перехода к инновационному развитию Республики Беларусь и Российской Федерации // Вестник Научно-исследовательского центра корпоративного права, управления и венчурного инвестирования Сыктывкарского государственного университета. 2017. № 2. С. 53–59.
4. Кристиневич С.А. Информационная безопасность в глобальном политико-экономическом пространстве: механизмы манипулятивного воздействия и системы когнитивной защиты // Экономическая наука сегодня. 2020. Выпуск 12. С. 46–56.
5. Лемещенко П.С., Баранов А.М. Образование как социальный институт: эволюция концепций и новые направления развития // Экономическое возрождение России. 2022. № 3 (73). С. 100–110.
6. Мелешко Ю.В., Сергиевич Т.В. Модернизация образовательных подходов в условиях цифровизации экономики // Технико-технологические проблемы сервиса. 2019. № 1(47). С. 64–64.
7. Пороховский А.А. Изучишь политическую экономию – станешь активным гражданином // Вопросы политической экономии. 2022. № 2 (34). С. 76–78.
8. Сергиевич Т.В. Общественно-функциональные технологии и продвижение потребительских товаров: на примере легкой промышленности Республики Беларусь // Технико-технологические проблемы сервиса. 2019. № 3 (49). С. 77–81.
9. Солодовников С.Ю. Парадигмальный кризис белорусской экономической науки, цифровизация и проблемы подготовки кадров в сфере обеспечения национальной безопасности // Экономическая наука сегодня. 2019a. Выпуск 10. С. 182–194.
10. Солодовников С.Ю. Современная экономика – экономика рисков // Друкеровский вестник. 2019b. № 5. С. 43–56. https://doi.org/10.17213/2312-6469-2019-5-43-56
11. Сухарев О.С. Проблема качества институционального развития // Журнал экономической теории. 2005. № 2. С. 67–85.

© С.Ю. Солодовников, 2024 г.

12. Favereau J., Nagatsu M. Holding Back from Theory: Limits and Methodological Alternatives of Randomized Field Experiments in Development Economics // Journal of Economic Methodology. 2020. Vol. 27. № 3. P. 191–211. https://doi.org/10.1080/1350178X.2020.1717585

Информация об авторе

Солодовников Сергей Юрьевич – доктор экономических наук, профессор, заведующий кафедрой «Экономика и право» Белорусского национального технического университета; SPIN-код РИНЦ – 9556–4919, Scopus Author ID: 57221197253; ORCID: 0000-0002-8527-5649; (Республика Беларусь, 220013, г. Минск, проспект Независимости 65; e-mail: solodovnikov@bntu.by; solodovnicovs@yandex.by).

REFERENCES

1. Archakov, V.Yu., Solodovnikov, S.Yu., Bankovsky, A.L., Meleshko, Yu.V. (2022). Some new approaches to ensuring economic security of the Republic of Belarus. *Economic Science Today*, 16, 7–23. https://doi.org/10.21122/2309-6667-2022-16-7-23 (in Russ)
2. Bogatyreva, V.V. (2021). Strengthening the interaction of subjects of the sphere of education – the development potential of the Union State. *Vysheyshaya shkola: navukova-metadychny i publitsystychny chasopis,* 1(141), 3–9. (in Russ)
3. Favereau, J., Nagatsu, M. (2020). Holding Back from Theory: Limits and Methodological Alternatives of Randomized Field Experiments in Development Economics. *Journal of Economic Methodology*, 27(3), 191–211. https://doi.org/10.1080/1350178X.2020.1717585
4. Gursky, V.L., Klimenko, V.A., Fauzer, V.V., Sergievich, T.V. (2017). Study of theoretical foundations of new quality of economic growth in the context of transition to innovative development of the Republic of Belarus and the Russian Federation. *Corporate governance and innovative economic development of the North: Bulletin of the Research Center of Corporate Law, Management and Venture Capital of Syktyvkar State University,* 2, 53–59. (in Russ)
5. Kristinevich, S.A. (2020). Information security in the global political and economic space: mechanisms of manipulative influence and cognitive defense systems. *Economic Science Today,* 12, 46–56. (in Russ)
6. Lemeshchenko, P.S., Baranov, A.M. (2022). Education as a social institution: evolution of concepts and new directions of development. *Economic Revival of Russia*, 3 (73), 100–110. (in Russ)
7. Meleshko, Yu.V., Sergievich, T.V. (2019). Modernization of educational approaches in the context of digitalization of the economy. *Technico-tehnologicheskie problemy servisa,* 1(47), 64–64. (in Russ)
8. Porokhovsky, A.A. (2022). Study political economy – become an active citizen. *Issues of political economy,* 2 (34), 76–78. (in Russ)
9. Sergievich, T.V. (2019). Social and functional technologies and promotion of consumer goods: on the example of light industry of the Republic of Belarus. *Technico-tehnologicheskie problemy servisa,* 3(49), 77–81. (in Russ)
10. Solodovnikov, S.Yu. (2019b). Modern economics – risk economics. *Drukerovskij vestnik.* 5. 43–56. https://doi.org/10.17213/2312-6469-2019-5-43-56 (in Russ)
11. Solodovnikov, S.Yu. (2019a). Paradigmatic crisis of Belarusian economic science, digitalization and problems of training personnel in the field of national security. *Economic science today,* 10, 182–194. (in Russ)
12. Sukharev, O.S. (2005). The Problem of the Quality of Institutional Development. *The Russian Journal of Economic Theory,* 2, 67–85. (in Russ)

Author

Sergey Yu. Solodovnikov – Doctor of Economics, Professor, Head of the Department of Economics and Law at the Belarusian National Technical University; SPIN-code RINTS – 9556–4919, Scopus Author ID: 57221197253; ORCID: 0000-0002-8527-564; (65, Nezavisimosti str., Minsk, 220013, Republic of Belarus; e-mail: solodovnikov@bntu.by; solodovnicovs@yandex.by).

Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.
The author declares no conflict of interest.
Поступила в редакцию (Received) 27.09.2024
Поступила после рецензирования (Revised) 30.10.2024
Принята к публикации (Accepted) 23.11.2024

© С.Ю. Солодовников, 2024 г.

НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ПРОГРЕСС И ЕГО ВЛИЯНИЕ НА ОТРАСЛИ ЭКОНОМИКИ, ЭКОНОМИЧЕСКИЙ РОСТ И ИННОВАЦИОННОЕ РАЗВИТИЕ

ОРИГИНАЛЬНАЯ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКАЯ СТАТЬЯ
УДК: 334
JEL: O33
https://doi.org/10.22394/2410–132X.471

ТРАНСАКЦИОННАЯ КОНФИГУРАЦИЯ ИННОВАЦИОННОГО РАЗВИТИЯ БИЗНЕС-ЭКОСИСТЕМЫ

Е.В. ПОПОВ[1], А.Д. ТИХОНОВА[1,2], А.С. ЗЫРЯНОВ[1,3]

[1] Уральский институт управления РАНХиГС, Екатеринбург, Российская Федерация;
e-mail: epopov@mail.ru, yami513@mail.ru, zyrianov.info@gmail.com

[2] Уральский государственный экономический университет, Екатеринбург, Российская Федерация;
e-mail: yami513@mail.ru

[3] ООО «ЭНСОНС», Екатеринбург, Российская Федерация; e-mail: zyrianov.info@gmail.com

Аннотация. На сегодняшний день моделью, позволяющей добиться максимизации прибыли за счет формирования пула основных стейкхолдеров и укрепления положения в инновационной экономике, становится бизнес-экосистема. Одним из способов определения порядка стейкхолдерских взаимодействий в бизнес-экосистемах на базе цифровых платформ авторам видится оценка трансакционных издержек, возникающих при этом. Целью настоящего исследования является разработка алгоритма изменения конфигурации институционального обеспечения бизнес-экосистемы для рационализации трансакционных издержек и стабилизации ее развития. В качестве методологии исследования выбран неоинституциональный подход и теория трансакционных издержек, на основании которых обосновываются и адаптируются полученные в результате анализа выводы применительно к детерминантам структуры бизнес-экосистем. В статье показана причинно-следственная модель связи трансакционных издержек и отношений внутри платформы. В результате авторами разработан алгоритм, направленный на формирование пула стейкхолдеров бизнес-экосистемы, с целью достижения устойчивого развития в условиях инновационной экономики за счет оптимизации трансакционных издержек. Эффективность предложенного алгоритма доказана путем апробации разработанной схемы в компании «ЭНСОНС», выступившей полигоном для исследования. Авторские разработки позволят фирмам путем объединения информации от акторов на платформе всесторонне понять сложные взаимозависимости между различными участниками, выявить потенциальные области для снижения трансакционных затрат и увеличения эффективности за счет скоординированного обмена услугами.

Ключевые слова: бизнес-экосистемы, трансакционные издержки, инновационное развитие, платформы, взаимодействие

Информация о финансировании: Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 24-18-20036, https://rscf.ru/project/24-18-20036/.

Для цитирования: Попов Е.В., Тихонова А.Д., Зырянов А.С. Трансакционная конфигурация инновационного развития бизнес-экосистемы // Экономика науки. 2024. № 10(4). С. 35–51. https://doi.org/10.22394/2410–132X.471

© Е.В. Попов, А.Д. Тихонова, А.С. Зырянов, 2024 г.

SCIENTIFIC AND TECHNICAL PROGRESS AND ITS IMPACT ON INDUSTRIES, ECONOMIC GROWTH, AND INNOVATIVE DEVELOPMENT

ORIGINAL RESEARCH ARTICLE
UDC: 334
JEL: O33
https://doi.org/10.22394/2410–132X.471

TRANSACTIONAL CONFIGURATION OF INNOVATIVE DEVELOPMENT OF BUSINESS ECOSYSTEM

E.V. POPOV[1], A.D. TIKHONOVA[1,2], A.S. ZYRIANOV[1,3]

[1] Ural Institute of Management RANEPA, Yekaterinburg, Russian Federation; e-mail: epopov@mail.ru, yami513@mail.ru, zyrianov.info@gmail.com

[2] Ural Institute of Management RANEPA, Ural State University of Economics, Yekaterinburg, Russian Federation; e-mail: yami513@mail.ru

[3] ENSONS LLC, Yekaterinburg, Russian Federation; e-mail: zyrianov.info@gmail.com

Abstract. Today, a business ecosystem has become a model that maximizes profits by creating a pool of key stakeholders and strengthening its position in the innovative economy. The authors believe that one of the ways to determine the order of stakeholder interactions in a business ecosystem based on digital platforms is assessment of the transaction costs associated with these interactions. The purpose of this study is to develop an algorithm for adjusting the institutional support structure of a business ecosystem in order to rationalize transaction costs and ensure the ecosystem growth. The neo-institutional approach and the theory of transaction costs were chosen as research methodologies, on the basis of which the findings obtained from the analysis were supported and adapted to the determinants of business ecosystem structures. This study presents a causal model of the relationship between transaction costs and interactions within a platform-based ecosystem. As a result, the authors have developed an algorithm that aims to create a pool of stakeholders in the business ecosystem in order to achieve sustainable development within the innovative economy through optimized transaction costs. This algorithm has been tested in the ENSONS company, serving as a testing ground for the research. The authors' developments allow firms to combine information from various actors on the platform in order to comprehend complex interdependencies between participants, identify potential areas for cost reduction and efficiency improvement through coordinated service exchange.

Keywords: business ecosystems, transaction costs, innovative development, platforms, interactions

Funding: The study was supported by the grant of the Russian Science Foundation No. 24-18-20036, https://rscf.ru/project/24-18-20036/.

For citation: Popov, Y.V., Tikhonova, A.D., Zyryanov, A.S. (2024). Transactional configuration of innovative development of business ecosystem. Economics of Science, 10(4), 35–51. https://doi.org/10.22394/2410–132X.471

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время как мировая, так и российская экономика характеризуется изменением межфирменных взаимодействий в направлении развития бизнес-экосистем на основе цифровых платформ, что приводит к расширению возможностей экономических субъектов в осуществлении предпринимательской деятельности по удовлетворению потребностей клиентов (Акбердина, Наумов и Красных, 2023; Бабкин, Михайлов, 2023; Баланова, 2021; Обухова, Черных, 2022; Якимова, Панкова, 2023). Такие бизнес-экосистемы, как правило, через интеграцию IT-решений и платформенные взаимодействия дают возможность акторам, прямо и косвенно участвующим в цепочке создания ценности, предоставить потребителям расширенный спектр товаров и услуг в зависимости от их предпочтений.

Организаторы уже существующих в настоящее время платформенных бизнес-экосистем стремятся к привлечению стейкхолдеров и постоянному увеличению их числа. Наращивание клиентской базы происходит за счет предоставления возможности удовлетворения одной или нескольких потребностей (аренда, торговля, закупки, финансовые и IT продукты). Акторы

© Е.В. Попов, А.Д. Тихонова, А.С. Зырянов, 2024 г.

при этом, как и в иных моделях экономики, заинтересованы в максимизации прибыли, что оставляет открытой проблему развития, устойчивости и наращивания уровня конкурентоспособности всей бизнес-экосистемы.

Публикации мировых и отечественных исследователей показывают устойчивую динамику роста интереса к вопросам платформенных взаимодействий. Однако, следует отметить, что проблема обеспечения эффективного институционального обеспечения таких взаимодействий остается нерешенной. Одним из способов определения порядка стейкхолдерских взаимодействий на базе цифровых платформ авторам видится оценка трансакционных издержек, возникающих при этом.

Таким образом, целью данного исследования является разработка алгоритма изменения конфигурации институционального обеспечения бизнес-экосистемы для рационализации трансакционных издержек и обеспечения ее развития. Алгоритм решения проблемы включает анализ предшествующих исследований и формирование авторской трансакционной конфигурации инновационного развития бизнес-экосистемы.

Развитие понятия экономической бизнес-экосистемы

Впервые концепция экосистемы была предложена в 30-е гг. XX в. экологом А. Тэнсли при описании взаимодействий различных организмов, биологических сообществ и средой: «это единое целое, которое взаимодействует посредством потока энергии и циркуляции материалов и поддерживает относительное равновесие в течение длительного периода времени после этого, без слишком больших колебаний» (Tansley, 1935). В дальнейшем понимание структуры экосистемы углублялось и термин был введен в социальные науки для описания социальной организации. В 1993 г. экономистом Дж. Муром в 1993 г. в его исследовании «Хищники и добыча: новая экология конкуренции» в Harvard Business Review концепция была применена для описания взаимодействий экономических субъектов и трактовки бизнес-экосистемы *(рисунок 1)* как «экономического союза... в деловом мире, основанного на взаимодействии организаций и отдельных лиц» (Moore, 1993).

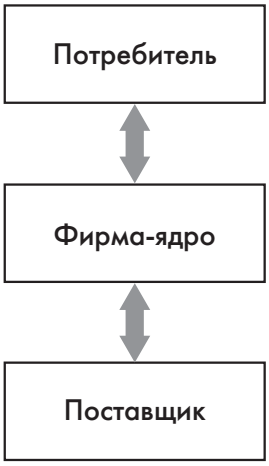


Рисунок 1. Упрощенная модель бизнес-экосистемы
Figure 1. A simplified model of a business ecosystem
Источник: *составлено авторами*

В последующих исследованиях Дж. Мура бизнес-экосистемы рассматриваются как совместно развивающиеся с целью формирования и использования инноваций объединения экономических субъектов. При этом описывается конкуренция между фирмами за возможность удовлетворять растущие запросы потребителей путем создания новой ценности. В понимании Л. Юи, обязательными характеристиками бизнес-экосистемы являются: самоорганизация, разнообразие, сложность, открытость, динамичность, гибкость, конкурентность и сотрудничество (Yue, 2013). По мнению Д. Джексона, бизнес-экосистема является динамической моделью межфирменных взаимодействий, позволяющей участникам развивать различные инновационные технологии (Jackson, 2011).

В исследованиях Р. Брауна и К. Мейсона возникает идея о том, что помимо фирмы-ядра, потребителей и поставщиков в бизнес-экосистеме должны присутствовать финансовый сектор и иные институты, регулирующие процессы в ней (Вольчик, 2017; Коломыц, Черникова и Гудкова, 2017). Т. Пауэр в дальнейшем отмечает, что бизнес-экосистема приобретает сетевые черты, и подчеркивает важность

© Е.В. Попов, А.Д. Тихонова, А.С. Зырянов, 2024 г.

Интернета (Power, Jerjian, 2001). При этом автор утверждает, что веб-сайт уже является виртуальной средой обитания субъектов коммерческих экосистем. Гэн Шэнь Чжун и Чжэнь Чжэнь Цуй также отмечают, что современные информационные технологии и сеть Интернет позволяют повысить скорость и качество формирующихся сетей создания стоимости (Zhong, Cui, 2009).

Х. Хаканссон в своих исследованиях делает акцент на том, что границы современных бизнес-экосистем размыты, а одна форма может существовать в нескольких экосистемах одновременно (Hakansson, Snehota, 1995). Этой же точки зрения придерживается М. Портер, отмечающий, что в отличие от промышленных кластеров, где экономические субъекты географически близки друг к другу (Porter, 2009), бизнес-экосистема теряет четкость в определении своего центра и границ. И если, например, у Лондонского биомедицинского кластера, Японского кластера полупроводниковой промышленности, автомобильных кластеров Детройта (США) и Toyota (Япония), высокотехнологичного кластера Кремниевой долины есть четкая географическая привязка, то бизнес-экосистема Haier Group (экологический бренд Интернета вещей) включает центры продаж, производственные центры, промышленные парки и центры НИОКР более чем в 30 странах. А у Xiaomi Technology разработана крупнейшая на данный момент платформа Интернета вещей (IoT), позволяющая осуществлять выход на более чем 100 стран и регионов.

Таким образом, мы можем наблюдать разрастание экосистемы фирмы в более разветвленную сеть стейкхолдерских взаимодействий *(рисунок 2)*.

Бизнес-экосистемы формируют не просто взаимодействия между экономическими субъектами, а полноценную интеллектуальную среду между стейкхолдерами. Цифровые технологии, платформы, инновации и исследования интегрируют вокруг себя акторов через кооперативные отношения, основанные на обмене знаниями, компетенциями и информацией, могут стать задающим ритм или идеологическим механизмом объединения акторов (Farhadi, 2019; Смородинская, 2014; Sussan, Acs, 2017). Современная бизнес-экосистема становится средой объединения стейкхолдеров в рамках проектов цифрового инжиниринга, инновационных и технологичных проектов (Brown, Mason, 2017; Granstranda, Holgerssonb, 2020).

Можно выделить следующие факторы, обеспечивающие бизнес-экосистемам эффективное функционирование и развитие (Lee, Kim, 2017):

- использование опыта более успешных фирм для поддержки начинающих участников бизнес-экосистемы;

Рисунок 2. Взаимодействие стейкхолдеров бизнес-экосистемы
Figure 2. Interaction of business ecosystem stakeholders

Источник: *составлено авторами*

© Е.В. Попов, А.Д. Тихонова, А.С. Зырянов, 2024 г.

- последовательность в построении бизнес-экосистемы;
- комплексное развитие элементов бизнес-экосистемы;
- наличие независимой предпринимательской команды;
- формирование и накопление новых знаний на основе изучения лучших практик, а не путем копирования;
- обеспечение синергетического эффекта за счет непрерывного последовательного изменения элементов бизнес-экосистемы.

Изучая подходы к формированию бизнес-экосистем, К. Валкокари (Valkokari, 2015) выделяет несколько основных типов:

- бизнес-экосистема – экосистема создания потребительской ценности, формирующая на базе платформы пул ресурсов для каждого из стейкхолдеров;
- инновационная экосистема – экосистема, сформированная из географически близких стейкхолдеров с единым ядром с целью создания инноваций;
- экосистема знаний – экосистема, сформированная вокруг центра знаний с целью получения и накопления новой информации.

На *рисунке 3* представлена типизация экосистем по масштабу деятельности, предлагаемая компанией Gartner.

Консалтинговая компания Gartner выделяет следующие уровни экосистем:

- экосистемы – партнерские экосистемы, объединяющие цепочки поставок;
- промышленные экосистемы – структуры, формирующие отраслевые стандарты через консорциумы, ассоциации;
- платформенные экосистемы, формирующие маркетплейсы, бизнес-хабы, внутри которых активно происходит обмен данными и продуктами;
- экоотрасли – объединяющие платформенные решения для разных отраслей;
- экополиотрасли – цифровые гиганты, объединяющие отраслевых лидеров различных отраслей и даже стран.

Проведенный анализ показывает, что развитие бизнес-экосистем напрямую связано с формированием пула акторов, заинтересованных в осуществлении взаимодействий с помощью современных цифровых решений, что определяет актуальность данного исследования.

Методология исследования

Исходя из сущности бизнес-экосистем, следует отметить, что их структуры и принципы организации формируются не случайными причинами, а под воздействием внешних сил и субъектов, т.е., экзогенно. Взаимодействие различных экономических факторов

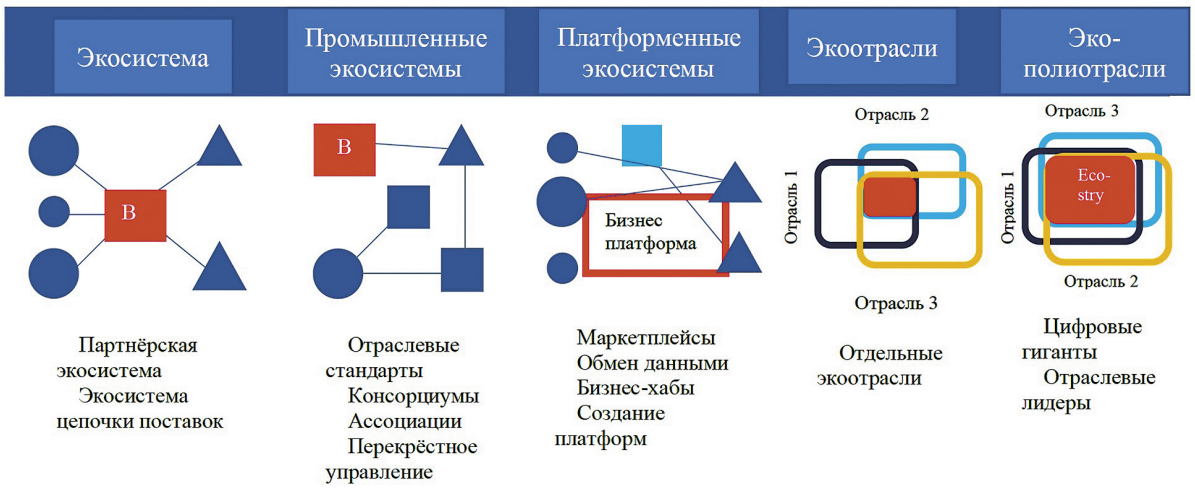


Рисунок 3. Типизация экосистем по масштабу деятельности
Figure 3. Classification of ecosystems by scale of activity

Источник: (Бутвин, 2020)

© Е.В. Попов, А.Д. Тихонова, А.С. Зырянов, 2024 г.

порождает определенные отношения между группами стейкхолдеров, что приводит к формированию устойчивых норм и правил поведения. Руководствуясь этой логикой, анализируя экономическую природу бизнес-экосистем, многие исследователи придерживаются методологии неоинституционализма, рассматривая фирму как механизм снижения трансакционных издержек (Маркова, Трапезников, 2016). В данном исследовании не ставилась задача составления подробного обзора различных подходов к определению институтов, а также классификации трансакционных издержек, поскольку существует значительное количество публикаций, рассматривающих эти вопросы. Подходы к теме исследования освещены в значительной мере в таких трудах, как, например, «Трансакции» (Попов, 2011), а также у автора «Институциональной экономики» О.С. Сухарева (Сухарев, 2014).

Разница в неоклассическом и неоинституциональном подходах проявляется, в первую очередь, в причинах изменения форм контрактов. Эти два подхода можно описать через понятия эффективности и монополии. В институциональной теории сложность контрактов объясняется соображениями эффективности (через минимизацию издержек), тогда как в рамках неоклассического подхода главное стремление фирмы – занять монопольное положение.

Подчеркнем, что развитие неоинституционального подхода к моделированию деятельности фирмы позволяет обеспечить реформу предприятия через сбалансированность производственных, маркетинговых и воспроизводственных процессов (Клейнер, 2001).

«Эффективностный», или институциональный, подход включает трансформационный и трансакционный элементы, что позволяет выделить две группы теорий предприятия: теория стимулов и теория трансакционных издержек. В первом случае минимизация трансакционных издержек связана с механизмом внешней защиты контрактов, а во втором приобретает значение механизм частного упорядочивания отношений через «ex post – институты» (т.е., через стремление выполнить и экономически реализовать уже заключенное контрактное соглашение).

В рамках рассматриваемой классификации теория трансакционных издержек подразделяется на измерительную теорию и теорию направляющих структур, ориентированные на предпосылки о комплиментарности ресурсов и поиск наиболее целесообразной структуры управления соответственно.

Еще одной классификацией институциональных теорий является их разделение на основе контрактного подхода (Уильямсон, 1996). При этом выделяются четыре направления: общественный выбор, права собственности, отношения «принципал-агент» и трансакционная экономика. В этом случае фирма анализируется «извне» в первых двух случаях и «изнутри» – в двух следующих.

Поскольку современные институциональные исследования обладают широкой инструментальной базой, именно они дают возможность расширить понимание возможностей институционального моделирования экономических систем. Трансакционный анализ позволяет раскрыть поведение фирмы в современной экономике, а также содержание и рычаги политики стейкхолдерских взаимодействий. Однако, на данный момент, он не имеет общепринятой, формальной последовательной аналитической структуры. Поэтому в данной статье авторами не приводится общая модель данного подхода, а только обосновываются и адаптируются следующие из анализа существующих исследований выводы применительно к детерминантам структуры бизнес-экосистем.

Трансакционный конфигуратор развития бизнес-экосистемы (алгоритм)

Современные экономические тенденции приводят к тому, что в отношениях стейкхолдеров бизнес-экосистем наблюдается различие в доминирующих институтах взаимодействий. Экономические субъекты вынуждены пересматривать свое поведение в связи с изменением моделей бизнес-экосистем под воздействием цифровой трансформации. Однако при этом институциональное обеспечение взаимодействий должно оставаться постоянным формальным задокументированным набором

© Е.В. Попов, А.Д. Тихонова, А.С. Зырянов, 2024 г.

правил и норм. Таким образом, институты по отношению к бизнес-экосистеме являются внутренним фактором инклюзивного характера. Стейкхолдерам в бизнес-экосистеме требуется использование информационных технологий, чтобы получать данные о способах эффективной коммуникации, тиражировании знаний и ценностей с учетом эффектов возрастающей отдачи (Вольчик, 2017).

По модели создания ценности можно выделить два основных подхода в развитии бизнес-экосистем: знаниевый и трансакционный.

В первом случае исследователи под ключевым элементом подразумевают базовое знание. Развитие бизнес-экосистем такого типа зависит от их знаниевых активов и способности сформировать ключевую ценность на основе инноваций и технологий. В дальнейшем наращивание взаимосвязей между акторами позволяет расширять эту ключевую ценность.

Во втором случае ценность обуславливается контактом с потребителями. Модель дополняется и развивается за счет различных предложений, поступающих от стейкхолдеров. Именно в такой трансакционный модели существуют платформенные экосистемы большинства маркетплейсов и банков. Ключевым отличием этого подхода является использование трансакционных механизмов при создании цельного ценностного продукта участниками взаимодействий.

В данном исследовании авторы будут опираться на второй подход, а также методологию неоинституционализма, поскольку именно в ней фирма рассматривается как механизм снижения трансакционных издержек (Маркова, Трапезников, 2016).

Базой трансакционного анализа признаны работы Р. Коуза (Коуз, 1995) и О. Уильямсона (Уильямсон, 1996). Коуз представил новый способ мышления, тогда как раньше считалось, что простые издержки, которые следует учитывать, были издержками транспортировки и производства. Эта теория была основана на предположении, что для всех экономических агентов на рынке имеется полная информация. Коуз же изменил вышеупомянутое предположение, представив, что экономические агенты обладают ограниченной информацией и, следовательно, существует много издержек, связанных с трансакциями на рынках (Henten, Windekilde, 2016). Эта теория была объяснением того, почему субъекты были созданы экономическими агентами для снижения трансакционных издержек.

После представления этой теории стало ясно, что существуют внутренние и внешние трансакционные издержки. Внутренние трансакционные издержки связаны с управлением компанией, а внешние трансакционные издержки приводят к созданию фирм, являясь мощным экономическим механизмом. Уильямсон расширил теорию трансакционных издержек, предложив структуру, которая была разработана для понимания и объяснения трансакционных издержек с помощью терминов ограниченной рациональности, неопределенности, оппортунизма, специфичности активов и частоты трансакций (Williamson, 1979). Эти термины являются основой теории трансакционных издержек, причем частота, неопределенность и специфичность активов используются наиболее широко.

Согласно этой теории, трансакционные издержки – это затраты, которые возникают при заключении и сопровождении договоров между субъектами сделки. Они являются следствием сложности окружения экономических субъектов и их ограниченной рациональности. Согласно теории трансакционных издержек они должны стремиться к нулю ($Cta \rightarrow min$) или быть меньше среднерыночных издержек ($Cta < Cm$). При соблюдении этого условия деятельность экономического субъекта (фирмы) будет эффективной.

В настоящем исследовании будут использоваться следующие особенности, касающиеся частоты трансакций, неопределенности и специфичности активов. Во-первых, частота трансакций относится к повторяющимся или случайным обменам в течение определенного периода времени, которые происходят с одними и теми же сторонами (Akbar, Tracogna, 2022). Во-вторых, неопределенность трансакций с точки зрения платформ относится

© Е.В. Попов, А.Д. Тихонова, А.С. Зырянов, 2024 г.

к тому, в какой степени известна личность вовлеченных сторон и каков контекст трансакции. Наконец, специфичность активов относится к степени специфичности инвестиций относительно определенной трансакции (Cuypers et al., 2021). Актив является специфическим, если стоимость актива в текущей трансакции выше стоимости актива в следующей «лучшей» трансакции.

Чтобы рассмотреть возможность рационализации трансакционных издержек на платформах, важно понять, как взаимодействуют определенные участники бизнес-экосистемы. В контексте платформ этими субъектами, помимо фирмы-ядра, могут быть пользователи, поставщики услуг, ИТ-персонал, государство и т.д. (см. *рисунок 2*).

Самое главное при планировании развития бизнес-экосистемы – понять, увеличится или уменьшится трансакционная стоимость после подключения того или иного актора.

Эти затраты и выгоды, по мнению авторов, можно проанализировать посредством трех основных принципов теории трансакционных издержек: специфичность актива, частота трансакций и неопределенность.

На *рисунке 4* представлена причинно-следственная модель, которая иллюстрирует отношения между платформой, участниками бизнес-экосистемы и основными элементами трансакционных издержек.

Связи, показанные на *рисунке 4*, характеризуются несколькими возможными путями развития отношений внутри платформы.

1. Частота трансакций

Путь 1: П-А-ЧТ

Платформа имеет решающее значение для облегчения взаимодействия между участниками бизнес-экосистемы и может повысить частоту трансакций за счет расширения потребительской базы участников и обеспечения эффективных трансакционных процессов. Частота трансакций также зависит от типа участников и их предложений. В зависимости от спроса клиента и возможностей субъекта некоторые услуги могут использоваться чаще, чем другие. По данным Кайперса (Cuypers et al., 2021), увеличение частоты трансакций позволяет предприятиям воспользоваться преимуществами эффекта масштаба, что приводит к расширению возможностей управления трансакциями и снижению трансакционных издержек.

Путь 2: П-ЧТ

Сама платформа может оказывать существенное влияние на частоту трансакций благодаря таким функциям, как доступность информации, простота использования и механизмы поддержки трансакций. Это означает, что чем более удобны для пользователя платформы, тем выше вероятность более высокой частоты трансакций (Parker, Van Alstyne and Jiang, 2017).

Путь 3: ЧТ-ТИ

Согласно Коузу (Coase, 1937), увеличение частоты трансакций может привести к экономии за счет масштаба и, следовательно, снижению трансакционных издержек.

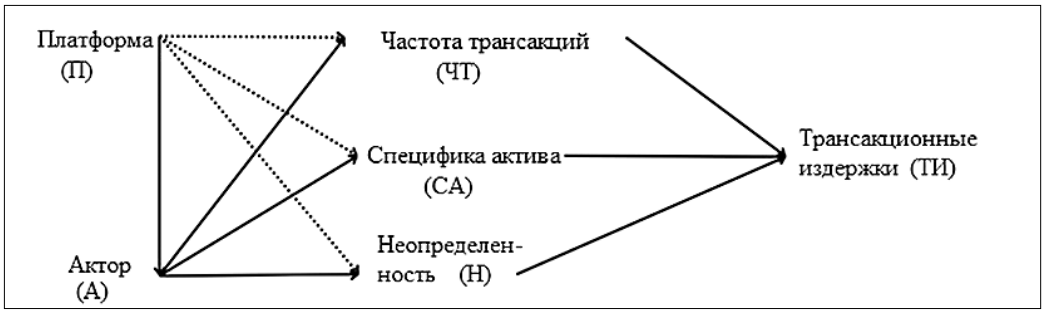


Рисунок 4. Причинно-следственная модель связи трансакционных издержек и отношений внутри платформы

Figure 4. Causal model of the relationship between transaction costs and relationships within the platform

Источник: *составлено авторами*

© Е.В. Попов, А.Д. Тихонова, А.С. Зырянов, 2024 г.

2. Специфика актива

Путь 1: П-А-СА

Функции и рекомендации платформы влияют на уровень специфичности активов. Если платформа поддерживает индивидуальные услуги, это может привести к большей специфичности активов. Характер услуг субъекта также будет влиять на специфичность актива. Так, услуги физиотерапевта более сложны, чем услуги спортивной ассоциации, и поэтому специфичность активов выше.

Путь 2: П-СА

Сама платформа может требовать определенной специфичности активов. Для эффективного функционирования на платформе могут потребоваться особые технологические требования, уникальные бизнес-процессы или таланты специалистов.

Путь 3: СА-ТИ

По мнению Уильямсона (Williamson, 1979), большая специфичность активов увеличивает трансакционные издержки из-за уникальных инвестиций, необходимых для конкретных трансакций. Речь идет о сравнении функциональных возможностей платформы с текущими системами, используемыми целевыми группами. Если целевые группы смогут эффективно использовать функциональные возможности платформы, это снизит трансакционные издержки, если нет, то это увеличит трансакционные издержки.

3. Неопределенность

Путь 1: П-А-Н

Уровень информации, которую платформа предоставляет об участниках и их услугах, влияет на неопределенность. Кроме того, на уровень неопределенности могут влиять характеристики действующих лиц и их прозрачность. Неопределенность в отношении платформ заключается в том, как участники платформы в настоящее время обмениваются информацией в качестве сигнального механизма и в какой степени распространяется подробная информация об услугах. Расширение обмена информацией уменьшает информационную асимметрию, что, в свою очередь, снижает трансакционные издержки.

Путь 2: П-Н

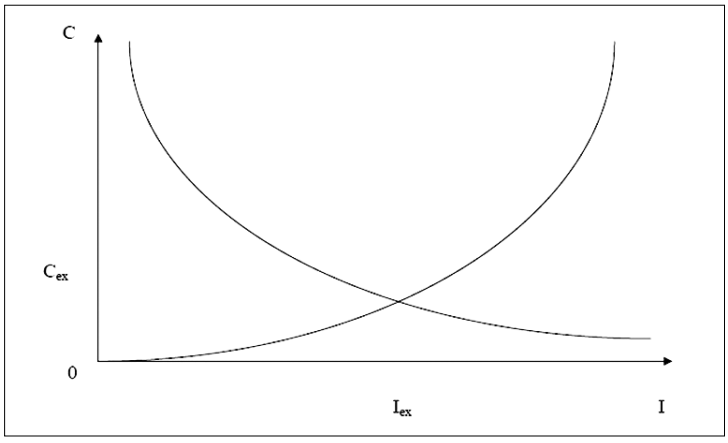
Платформа может напрямую влиять на неопределенность посредством своих механизмов проверки, практики управления и политики раскрытия информации. Большая прозрачность снижает неопределенность.

Путь 3: Н-ТИ

Неопределенность, согласно теории Уильямсона (Williamson, 1979), увеличивает трансакционные издержки из-за повышенного риска.

Следует отметить, что многие бизнес-структуры на данный момент заинтересованы не столько в снижении трансакционных издержек, сколько в их оптимизации.

Сам процесс формирования институтов связан с определенным количеством издержек, т.е. существует некая функция зависимости количества трансакционных издержек, устоявшихся норм и правил взаимодействий между акторами бизнес-экосистемы *(рисунок 5)*.



Примечание: восходящая кривая – зависимость стоимости институтов от издержек их создания (функция производства институтов); нисходящая кривая – зависимость трансакционных издержек взаимодействий от количества сформированных институтов (трансакционная функция); Iex – равновесное количество институтов; Cex – равновесное количество трансакционных издержек

Рисунок 5. Зависимость формирования институтов взаимодействия I от трансакционных издержек C

Figure 5. Dependence of the formation of institutions of interaction I on transaction costs C

Источник: *(Попов, Симонова, Черепанов, 2023)*

© Е.В. Попов, А.Д. Тихонова, А.С. Зырянов, 2024 г.

Рисунок наглядно иллюстрирует, что конфигурация институционального обеспечения бизнес-экосистемы на основе цифровой платформы должна формироваться на основе равновесия между затратами на создание экономических институтов и экономией трансакционных издержек на сформированном ландшафте устоявшихся норм и правил.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Экономические изменения охватывают технологии, институты, трансакции, что приводит к изменению величины трансакционных издержек. По тому каковы эти издержки по формальным и неформальным институтам экономической системы, можно судить о характере изменений, степени зависимости изменений от предшествующей траектории развития (Сухарев, 2011).

Фирмам для успешного привлечения стейкхолдеров и формирования эффективных бизнес-экосистем требуется четкое понимание порядка действий при заключении контрактных взаимодействий.

На основании рассмотренных неоинституциональных подходов к обозначенной проблеме, авторами был разработан алгоритм, направленный на формирование пула стейкхолдеров бизнес-экосистемы, с целью достижения устойчивого развития за счет рационализации трансакционных издержек *(рисунок 6)*.

Полигоном для апробации предложенного авторами алгоритма изменения конфигурации институционального обеспечения бизнес-экосистемы для обеспечения ее развития выступила компания «ЭНСОНС» – инновационное электромашиностроительное предприятие, специализирующееся на проектировании и изготовлении систем автоматической компенсации емкостных токов и систем снижения токов короткого замыкания, трансформаторного оборудования.

«ЭНСОНС» – российский разработчик и производитель электротехнического оборудования для различных индустриальных сфер: энергетика, нефть, газ, промышленность и др. Предприятие образовано на базе высококвалифицированных специалистов, имеющих

Рисунок 6. Алгоритм изменения конфигурации институционального обеспечения бизнес-экосистемы для обеспечения ее развития
Figure 6. Algorithm for changing the configuration of institutional support for a business ecosystem to ensure its development

Источник: составлено авторами

© Е.В. Попов, А.Д. Тихонова, А.С. Зырянов, 2024 г.

многолетний опыт в конструировании и производстве высоковольтного оборудования. Применяемые при производстве продукции технологии, инновационные подходы при разработке и конструктива изделий, позволяют продукции «ЭСНОНС» отвечать требованиям правительственных программ по импортозамещению, энергосбережению, инновационному развитию и цифровой трансформации.

Апробация предложенного алгоритма проводилась в несколько этапов (согласно *рисунку 6).*

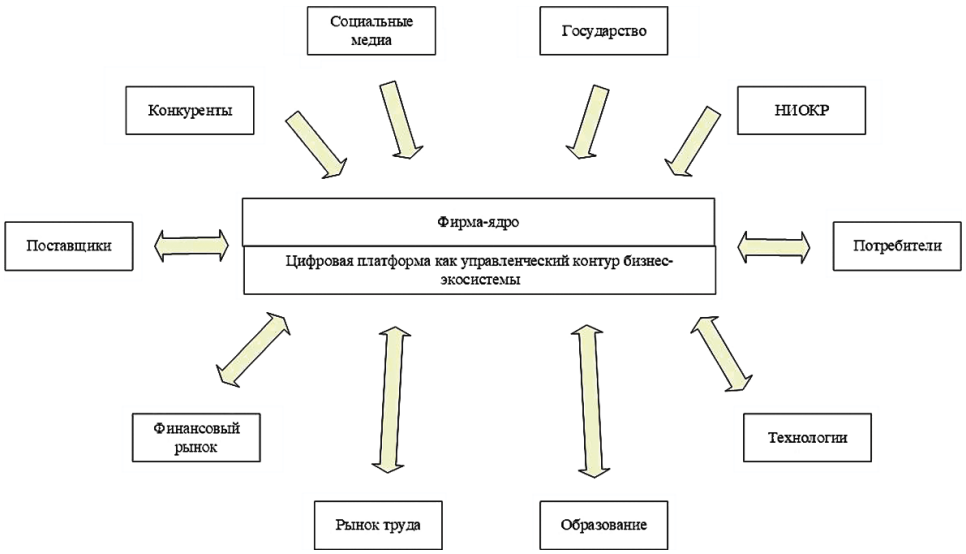
На первом этапе был определен пул ключевых стейкхолдеров, с которыми формируется институциональное взаимодействие. На данный момент компания находится в состоянии перехода к бизнес-экосистеме на базе платформенных взаимодействий в зависимости от типа стейкхолдера *(рисунок 7).*

На втором этапе, после анализа информации, предоставленной стейкхолдерами, были выявлены ключевые проблемы и приоритеты. Одной из проблем стала низкая производительность в основном производственном бизнес-процессе (Конструирование – Технологическая подготовка – Закупки – Склад – Производство). Годовой портфель заказов компании на протяжении нескольких лет был на 30–40% больше того, что компания фактически реализовывала.

Одной из ключевых задач, которая была сформулирована на основе анализа, является снижение трансакционных издержек с целью дальнейшей оптимизации институциональных взаимодействий формирующейся бизнес-экосистемы.

На третьем этапе был сформирован перечень цифровых решений для обеспечения взаимодействий и решения выявленных проблем:

- внедрение PLM системы (цифровое решение управления жизненным циклом продукции) для повышения эффективности подпроцессов Конструирования и Технологической подготовки. Это позволит исключить конструкторско-технологические ошибки при проектировании продукции и постановки ее на производство.
- комплексное внедрение ERP системы на базе 1С с интеграцией выгрузки структуры изделий из PLM системы в ERP для всего основного бизнес-процесса, что также направлено на минимизацию ошибок по передаче данных и повышение эффективности процесса (существенно снижается необходимость



Примечание: стрелками показаны информационные и финансовые взаимодействия

Рисунок 7. Модель взаимодействий компании «ЭНСОНС»
Figure 7. Model of interactions of the company "ENSONS"

Источник: *составлено авторами*

© Е.В. Попов, А.Д. Тихонова, А.С. Зырянов, 2024 г.

в дополнительных трудовых ресурсах на обработку данных, скорость обработки увеличивается в несколько десятков раз).

- реализация проекта по внедрению «Бережливого производства» совместно с Федеральным центром компетенций, подразумевающая использование классической Lean – системы на основе философии Toyota, цель которой минимизировать разно факторные потери на производстве (перепроизводство, ожидание, транспортировка, избыточная обработка, избыток запасов, брак, лишние движения).
- разработка системы онлайн планерок и совещаний.
- внедрение электронного документооборота с контрагентами (программный продукт «Диадок» от компании «Контур»).

На этом же этапе фирмой было принято решение о внедрении элементов Io T. Данная цифровая технология предлагает множество возможностей для предприятия в части оптимизации трансакционных издержек, при этом рассматривается применение платформенных экосистемных решений в двух плоскостях: а) во внутреннем контуре предприятия, б) во взаимодействии «Фирма-Ядро»-«Потребители».

а) Улучшение эффективности производства: сенсоры и умные устройства, подключенные к IoT, собирают данные в реальном времени о работе технологического оборудования и производственных процессах. Это даст возможность оптимизировать рабочие процессы, минимизировать простои и увеличить производительность. Также IoT может улучшить безопасность на производстве за счет автоматизации и мониторинга потенциально опасных производственных операций. Посредством IoT можно осуществлять мониторинг потребления энергии на предприятии, что позволяет выявлять возможности для экономии и снижения затрат.

б) Установка датчиков на оборудование, отгружаемое потребителю, в перспективе снизит трансакционные издержки компании в части сбора информации в системе управления для автоматической резонансной настройки дугогасящих реакторов за счет изменения норм и правил взаимодействий с заказчиками. В целом такая платформа поможет предприятию более гибко реагировать на специфические требования клиентов, предоставляя возможность точной настройки производственных процессов под индивидуальные заказы. А за счет помощи в анализе работы оборудования и прогнозировании его потенциальных отказов до того, как они произойдут, будут снижены неожиданные простои и повышена надежность оборудования.

В настоящий момент на рынке появляются типовые цифровые платформенные решения для реализации данного проекта и уже на основе технико-экономического анализа будет приниматься решение, воспользоваться типовым решениями с индивидуальной доработкой или разработать их для своих нужд с «нуля».

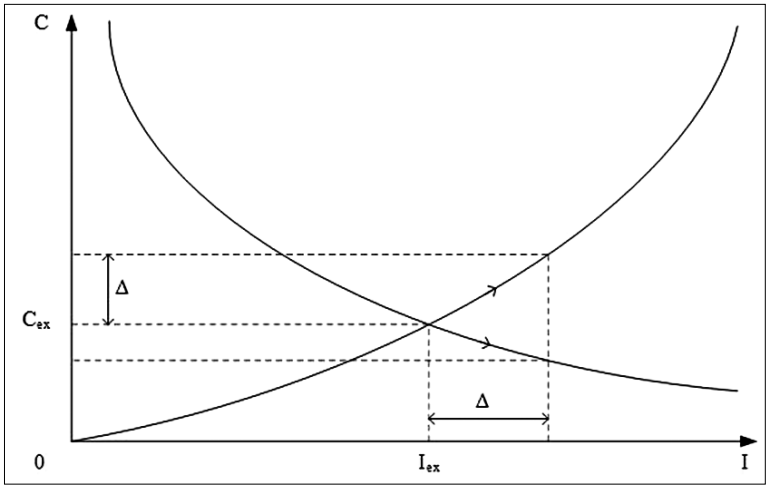


Рисунок 8. Прогнозируемое изменение трансакционных издержек компании «ЭНСОНС»
Figure 8. Forecasted change in transaction costs of the company "ENSONS"
Источник: составлено авторами

© Е.В. Попов, А.Д. Тихонова, А.С. Зырянов, 2024 г.

По предварительному прогнозу изменение трансакционных издержек составит до 10% *(рисунок 8)*.

Следовательно, предложенный авторами алгоритм изменения конфигурации институционального обеспечения бизнес-экосистемы дает возможность построить вектор развития взаимодействий и рационализировать трансакционные издержки акторов.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Выявленные в настоящем исследовании причинно-следственные связи трансакционных издержек и отношений внутри платформы позволили авторам представить алгоритм изменения конфигурации институционального обеспечения бизнес-экосистемы для обеспечения ее развития. Предложенная схема применима к любой фирме, независимо от ее масштаба и специфики деятельности, поскольку обмен знаниями, компетенциями и информацией являются эффективным механизмом объединения акторов в современной экономике.

Авторские разработки помогут фирмам путем объединения информации от акторов на платформе всесторонне понять сложные взаимозависимости между различными участниками, выявить потенциальные области для снижения трансакционных затрат и оптимизации эффективности за счет скоординированного обмена услугами.

Помимо описанных результатов, в дальнейшем компания «ЭНСОНС» планирует внедрение VR-обучения с целью снижения затрат на обучение сборщиков, что также, в перспективе, должно снизить трансакционные издержки, а также начать процесс постепенной роботизации производства, внедрив подобные решения, в первую очередь, на заготовительных участках (механообработка, сварка, покраска).

Еще одним шагом будет являться формирование цифровой платформы на основе IoT во взаимодействии «Фирма-Ядро»-«Поставщик», что дает возможность более гибко управлять цепочками поставок: интеграция IoT позволяет отслеживать состояние комплектующих, материалов, инструмента в реальном времени.

При этом итоговый эффект будет выражаться в изменении модели взаимодействий компании (см. *рисунок 7)* и уменьшении контактов с финансовой сферой (снизится потребность в кредитовании за счет оптимизации трансакционных издержек и перераспределении денежных средств на другие направления взаимодействий).

Таким образом, что сотрудничество участников внутри бизнес-экосистемы обеспечивает кооперацию и обмен информацией и, следовательно, объясняет логику совместного создания ценности на платформе.

Конкурирующие интересы

А.С. Зырянов является учредителем ООО «ЭНСОНС».

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Акбердина В.В., Наумов И.В., Красных С.С. Цифровое пространство регионов Российской Федерации: оценка факторов развития и взаимного влияния на социально-экономический рост // Journal of Applied Economic Research. 2023. Т. 22. № 2. С. 294–322. https://doi.org/10.15826/vestnik.2023.22.2.013
2. Бабкин А.В., Михайлов П.А. Цифровые платформы в экономике: понятие, сущность, классификация // Вестник Академии знаний. 2023. № 1(54). С. 25–36.
3. Баланова М.М. Платформенная экономика как ядро цифровой экономики: обзор научных школ и ранжирование ее субъектов // Вестник Самарского государственного экономического университета. 2021. № 201. С. 19–31. https://doi.org/10.46554/1993-0453-2021-7-201-19-31
4. Вольчик В.В. Нарративная и институциональная экономика // Journal of Institutional Studies. 2017. № 9(4). С. 132–143. https://doi.org/10.17835/2076–6297.2017.9.4.132–143
5. Клейнер Г.Б. Предприятие как фактор институциональной стабильности // Проблемы теории и практики управления. 2001. № 3. С. 108–112.

© Е.В. Попов, А.Д. Тихонова, А.С. Зырянов, 2024 г.

6. Коломыц О.Н., Черникова В.Е., Гудкова А.Г. Предпринимательские экосистемы: сущностные характеристики и законы развития // Современная научная мысль. 2017. № 5. С. 146–151.
7. Компания «ЭНСОНС» [Электронный ресурс]. URL: https://ensons.ru/company (дата обращения: 13.06.2024)
8. Коуз Р. Природа фирмы / под ред. В.М. Гальперина. Санкт-Петербург: Экономическая школа, 1995.
9. Лаборатория Wonderfull, материалы Митапа «Платформы: от продуктов к экосистемам», материалы консалтинговой компании Gartner. Дизайн и анализ экосистем – Николай Бутвин. 2020. [Электронный ресурс] URL: https://lab-w.com/method_meetup/platform_design/tpost/9hzk5nfec1-dizain-i-analiz-ekosistem-nikolai-butvin. (дата обращения: 13.06.2024)
10. Маркова В.Д., Трапезников И.С. Современные формы партнерства в бизнесе // Мир экономики и управления. 2016. Т. 16. № 4. С. 109–119
11. Обухова А.С., Черных Я.В. Цифровые платформы и их роль в инновационном развитии экономики // Известия Юго-Западного государственного университета. Серия: Экономика, Социология, Менеджмент. 2022. Т. 12, № 1. С. 58–67. https://doi.org/10.21869/2223-1552-2022-12-1-58-67
12. Попов Е.В. Трансакции. Екатеринбург: УрО РАН, 2011. 679 с.
13. Попов Е.В., Симонова В.Л., Черепанов В.В. Трансакционный конфигуратор институтов взаимодействия стейкхолдеров экосистемы прикладной цифровой платформы // Journal of Institutional Studies. 2023. № 15(4). С. 35–47. https://doi.org/10.17835/2076–6297.2023.15.4.035-047
14. Смородинская Н.В. Сетевые инновационные экосистемы и их роль в динамизации экономического роста // Инновации. 2014. № 7(189). С. 27–33.
15. Сухарев О.С. Институциональная экономика. Москва: Юрайт, 2014. 502 с.
16. Сухарев О.С. Экономика будущего: теория институциональных изменений. Москва: Финансы и статистика, 2011. 432 с.
17. Уильямсон О. Экономические институты капитализма: фирмы, рынки, «отношенческая» контрактация: пер. с англ. Санкт-Петербург: Лениздат; CEV Press, 1996.
18. Якимова В.А., Панкова С.В. Влияние факторов цифровой среды на развитие предпринимательских экосистем регионов России // Journal of Applied Economic Research. 2023. Т. 22, № 3. С. 600–629. https://doi.org/10.15826/vestnik.2023.22.3.025
19. Akbar Y.H., & Tracogna A. The digital economy and the growth dynamics of sharing platforms: A transaction cost economics assessment // Academy of Management Perspectives. 2022. Vol. 1. № 3. P. 209–226. https://doi.org/10.1016/j.jdec.2023.01.002
20. Brown R., & Mason C. Looking inside the spiky bits: A critical review and conceptualisation of entrepreneurial ecosystems // Small Business Economics. 2017. Vol. 49. № 1. P. 11–30. https://doi.org/10.1007/s11187-017-9865-7
21. Coase R.H. The Nature of the Firm // Economica. 1937. Vol. 4. № 16. P. 386–405. https://doi.org/10.1111/j.1468–0335.1937.tb00002.x
22. Cuypers I., Hennart J., Silverman B.S., & Ertug G. Transaction Cost Theory: Past Progress, Current Challenges, and Suggestions for the Future // The Academy of Management Annals. 2021. Vol. 15. № 1. P. 111–150. https://doi.org/10.5465/annals.2019.0051
23. Farhadi N. Cross-Industry Ecosystems: Grundlagen, Archetypen, Modelle und strategische Ansдtze. 2019. Springer Fachmedien Wiesbaden GmbH. https://doi.org/10.1007/978-3-658-26129-0
24. Geng Shen Zhong, & Zhen Zhen Cui. Business ecosystem theory and its development direction // Dongyue Cong. 2009. 30(006). P. 27–33.
25. Granstranda O. and Holgerssonb M. Innovation ecosystems: A conceptual review and a new definition // Technovation. 2020. Vol. 90–91. 102098. https://doi.org/10.1016/j.technovation.2019.102098
26. Hekansson H., & Snehota I. Developing relationships in business networks. Routledge,1995.
27. Henten A., & Windekilde I.M. Transaction costs and the sharing economy // Info. 2016. Vol. 18. № 1. P. 1–15. https://doi.org/10.1108/info-09-2015-0044
28. Jackson D.J. What is an Innovation Ecosystem? [Электронный ресурс]. URL: https://erc-assoc.org/sites/default/files/topics/policy_studies/DJackson_Innovation%20Ecosystem_03–15–11.pdf (дата обращения: 13.06.2024)
29. Lee, M.H., Lee, M., and Kim, J. Dynamic Approach to the Start-up Business Ecosystem: a Cross- Comparison of Korea, China, and Japan // Asian Academy of Management Journal. 2017. Vol. 22. № 2. P. 157–184. https://doi.org/10.21315/aamj2017.22.2.6
30. Moore J.F. Predators and prey: a new ecology of competition. Harvard business review, 1993. P. 75–83.

© Е.В. Попов, А.Д. Тихонова, А.С. Зырянов, 2024 г.

31. Parker G., Van Alstyne M., & Jiang X. Platform Ecosystems: How Developers Invert the Firm // Management Information Systems Quarterly. 2017. Vol. 41. № 1. P. 255–266. https://doi.org/10.25300/MISQ/2017/41.1.13
32. Porter M.E. The Competitive Advantage of Nations, States and Regions, 2009.
33. Power T., & Jerjian G. Ecosystem: Living the 12 principles of networked business. Financial Times Management, 2001.
34. Sussan F., & Acs Z.J. The digital entrepreneurial ecosystem // Small Business Economics. 2017. Vol. 49. № 1. P. 55–73.
35. Tansley A.G. The use and abuse of vegetational concepts and terms // Ecology. 1935. Vol. 16. № 3. P. 284–307. https://doi.org/10.2307/1930070
36. Valkokari K. Business, Innovation, and Knowledge Ecosystems: How They Differ and How to Survive and Thrive within Them // Technology Innovation Management Review. 2015. Vol. 5. № 8. P. 17–24.
37. Williamson O.E. Transaction-Cost Economics: The Governance of Contractual Relations // The Journal of Law and Economics. 1979. Vol. 22. № 2. P. 233–261. https://doi.org/10.1086/466942
38. Yue L. Structure and Optimization of the Business Ecosystem. Case Study on Jinguang Group // Proceedings of 20123rd International Asia Conference on Industrial Engineering and Management Innovation (IEMI-2012). Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, 2013. P. 619–629.

Информация об авторах

Попов Евгений Васильевич – доктор экономических наук, доктор физико-математических наук, профессор, член-корреспондент РАН, директор Центра социально-экономических исследований Уральского института управления РАНХиГС; SPIN-код РИНЦ: 9980–7417, ORCID: 0000-0002-5513-5020 (Российская Федерация, 620144, Екатеринбург, ул. 8 Марта, 66; e-mail: epopov@mail.ru).

Тихонова Анна Дмитриевна – кандидат экономических наук, исследователь Уральского института управления РАНХиГС, доцент кафедры экономики труда и управления персоналом УрГЭУ; SPIN-код РИНЦ: 8473–9668, ORCID: 0000-0002-7983-2832 (Российская Федерация, 620144, Екатеринбург, ул. 8 Марта, 66; e-mail: yami513@mail.ru).

Зырянов Александр Сергеевич – аспирант Уральского института управления РАНХиГС, учредитель ООО «ЭНСОНС» (Российская Федерация, 620144, Екатеринбург, ул. 8 Марта, 66; e-mail: zyrianov.info@gmail.com).

REFERENCES

1. Akbar, Y.H., & Tracogna, A. (2022). The Digital Economy and the Growth Dynamics of Sharing Platforms: A Transaction Cost Economics Assessment. *Academy of Management Perspectives*, 1(3), 209–226. https://doi.org/10.1016/j.jdec.2023.01.002
2. Akberdina, V.V., Naumov, I.V., Krasnykh, S.S. (2023). Digital Space of Regions: Assessment of Development Factors and Influence on Socio-Economic Growth. *Journal of Applied Economic Research*, 22(2), 294–322. https://doi.org/10.15826/vestnik.2023.22.2.013 (in Russ)
3. Babkin, A.V., Mikhailov, P.A. (2023). Digital Platforms in Economy: Concept, Essence, Classification. *Bulletin of the Academy of Knowledge,* 1(54), 25–36. (in Russ)
4. Balanova, M.M. (2021). Platform Economy as The Core of The Digital Economy: Review of Scientific Schools and Ranking of Its Subjects. *Bulletin of the Samara State University of Economics,* 7(201), 19–31. https://doi.org/10.46554/1993-0453-2021-7-201-19-31 (in Russ)
5. Brown, R., & Mason, C. (2017). Looking Inside the Spiky Bits: A Critical Review and Conceptualisation of Entrepreneurial Ecosystems. *Small Business Economics*, 49(1), 11–30. https://doi.org/10.1007/s11187-017-9865-7
6. Coase R. (1995). *The nature of the firm* / edited by V.M. Galperin. St. Petersburg: Economic school. (in Russ)
7. Coase, R.H. (1937). The Nature of the Firm. *Economica*, 4(16), 386–405. https://doi.org/10.1111/j.1468-0335.1937.tb00002.x
8. Cuypers, I., Hennart, J., Silverman, B.S., & Ertug, G. (2021). Transaction Cost Theory: Past Progress, Current Challenges, and Suggestions for the Future. *The Academy of Management Annals*, 15(1), 111–150. https://doi.org/10.5465/annals.2019.0051
9. ENSONS Company [Electronic resource]. Retrieved June 13, 2024, from https://ensons.ru/company (in Russ)
10. Farhadi, N. (2019). *Cross-Industry Ecosystems: Grundlagen, Archetypen, Modelle und strategische Ansätze*. Springer Fachmedien Wiesbaden GmbH. https://doi.org/10.1007/978-3-658-26129-0

© Е.В. Попов, А.Д. Тихонова, А.С. Зырянов, 2024 г.

11. Geng Shen Zhong, & Zhen Zhen Cui. (2009). Business Ecosystem Theory and Its Development Direction. *Dongyue Cong*, 30(006), 27–33.
12. Granstranda, O., Holgerssonb, M. (2020). Innovation ecosystems: A conceptual review and a new definition. *Technovation*, 90-91, 102098. https://doi.org/10.1016/j.technovation.2019.102098
13. Hekansson, H., & Snehota, I. (1995). *Developing relationships in business networks*. Routledge.
14. Henten, A., & Windekilde, I.M. (2016). Transaction costs and the sharing economy. *Info*, 18(1), 1–15. https://doi.org/10.1108/info-09-2015-0044
15. Jackson, D.J. *What is an Innovation Ecosystem?* Retrieved June 13, 2024, from https://erc-assoc.org/sites/default/files/topics/policy_studies/DJackson_Innovation%20Ecosystem_03-15-11.pdf
16. Kleiner, G.B. (2001). Enterprise as a factor of institutional stability. *Problems of management theory and practice*, 3, 108–112. (in Russ)
17. Kolomyts, O.N., Chernikova, V.E., Gudkova, A.G. (2017). Entrepreneurial Ecosystem: Essential Characteristics and Laws of Development. *Modern scientific thought*, 5, 146–151. (in Russ)
18. Lee, MH, Lee, M., and Kim, J. (2017). A Dynamic Approach to The Start-Up Business Ecosystem: A Cross-Comparison of Korea, China, and Japan. *Asian Academy of Management Journal*, 22(2), 157–184. https://doi.org/10.21315/aamj2017.22.2.6
19. Markova, V.D., Trapeznikov, I.S. (2016). Modern Forms of Partnership in Business. *World of Economics and Management,* 16(4), 109–119 (in Russ)
20. Moore, J.F. (1993). *Predators and Prey: a New Ecology of Competition.* Harvard business review, 75-83.
21. Obukhova, A.S., Chernykh, Ya.V. (2022). Digital Platforms and Their Role in Innovative Development of The Economy. *Bulletin of the South-West State University. Series: Economics, Sociology, Management*, 12(1), 58–67. https://doi.org/10.21869/2223-1552-2022-12-1-58-67 (in Russ)
22. Parker, G., Van Alstyne, M., & Jiang, X. (2017). Platform Ecosystems: How Developers Invert the Firm. *Management Information Systems Quarterly*, 41(1), 255–266. https://doi.org/10.25300/misq/2017/41.1.13
23. Popov, E.V. (2011). *Transactions*. Ekaterinburg: Ural Branch of the Russian Academy of Sciences. (in Russ)
24. Popov, E.V., Simonova, V.L., Cherepanov, V.V. (2023). Transactional configurator of institutions for interaction of stakeholders of the ecosystem of an applied digital platform. *Journal of Institutional Studies*, 15(4), 35–47. https://doi.org/10.17835/2076-6297.2023.15.4.035-047 (in Russ)
25. Porter, M.E. (2009). *The Competitive Advantage of Nations, States and Regions.*
26. Power, T., & Jerjian, G. (2001). *Ecosystem: Living the 12 principles of networked business.* Financial Times Management.
27. Smorodinskaya, N.V. (2014). Network Innovation Ecosystems and Their Role in the Dynamics of Economic Growth. *Innovacii*, 7(189), 27–33. (In Russ)
28. Sukharev, O.S. (2011). *Economy of the Future: Theory of Institutional Changes*. Moscow: Finance and Statistics. (in Russ)
29. Sukharev, O.S. (2014). *Institutional Economics*. Moscow: Yurait. (in Russ)
30. Sussan, F., & Acs, Z.J. (2017). The digital entrepreneurial ecosystem. *Small Business Economics*, 49(1), 55–73.
31. Tansley, A.G. (1935). The use and abuse of vegetational concepts and terms. *Ecology*, 16(3), 284–307. https://doi.org/10.2307/1930070
32. Valkokari, K. (2015). Business, Innovation, and Knowledge Ecosystems: How They Differ and How to Survive and Thrive within Them. *Technology Innovation Management Review,* 5(8), 17–24.
33. Volchik, V.V. (2017). Narrative and institutional economics. *Journal of Institutional Studies*, 9(4), 132–143. https://doi.org/10.17835/2076-6297.2017.9.4.132-143 (in Russ)
34. Williamson, O. (1996). *Economic institutions of capitalism: firms, markets, "relational" contracting*: trans. from English. St. Petersburg: Lenizdat; CEV Press. (in Russ)
35. Williamson, O.E. (1979). Transaction-Cost Economics: The Governance of Contractual Relations. *The Journal of Law and Economics*, 22(2), 233–261. https://doi.org/10.1086/466942
36. Wonderfull Laboratory, materials of the Meetup «Platforms: from products to ecosystems», materials of the consulting company Gartner. *Ecosystem Design and Analysis – Nikolay Butvin* (2020). Retrieved June 13, 2024, from https://lab-w.com/method_meetup/platform_design/tpost/9hzk5nfec1-dizain-i-analiz-ekosistem-nikolai-butvin (in Russ)
37. Yakimova, V.A., Pankova, S.V. (2023). The influence of digital environment factors on the development of entrepreneurial ecosystems in Russian regions. *Journal of Applied Economic Research*, 22(3), 600–629. https://doi.org/10.15826/vestnik.2023.22.3.025 (in Russ)

© Е.В. Попов, А.Д. Тихонова, А.С. Зырянов, 2024 г.

38. Yue, L. (2013). Structure and Optimization of the Business Ecosystem. Case Study on Jinguang Group. *Proceedings of 2012 3rd International Asia Conference on Industrial Engineering and Management Innovation (IEMI-2012)*. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, 619–629.

Authors

Evgeny V. Popov – Doctor of Economics, Doctor of Physical and Mathematical Sciences, Professor, Corresponding Member of the Russian Academy of Sciences, Director of the Center for Social and Economic Research of the Ural Institute of Management of the Russian Presidential Academy of National Economy and Public Administration; SPIN-code: 9980–7417, ORCID: 0000-0002-5513-5020 (66, 8 Marta str., Yekaterinburg, 620144, Russian Federation; e-mail: epopov@mail.ru).

Anna D. Tikhonova – PhD in Economics, researcher at the Ural Institute of Management RANEPA, associate professor at the Department of Labor Economics and Personnel Management at USUE; SPIN: 8473–9668, ORCID: 0000-0002-7983-2832 (66, 8 Marta str., Yekaterinburg, 620144, Russian Federation; e-mail: yami513@mail.ru).

Alexander S. Zyrianov – postgraduate student at the Ural Institute of Management RANEPA, founder of ENSONS LLC (66, 8 Marta str., Yekaterinburg, 620144, Russian Federation; e-mail: zyrianov.info@gmail.com).

Поступила в редакцию (Received) 14.08.2024.
Поступила после рецензирования (Revised) 15.11.2024.
Принята к публикации (Accepted) 20.11.2024.

© Е.В. Попов, А.Д. Тихонова, А.С. Зырянов, 2024 г.

НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ПРОГРЕСС И ЕГО ВЛИЯНИЕ НА ОТРАСЛИ ЭКОНОМИКИ, ЭКОНОМИЧЕСКИЙ РОСТ И ИННОВАЦИОННОЕ РАЗВИТИЕ

ОРИГИНАЛЬНАЯ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКАЯ СТАТЬЯ
УДК: 369.032
JEL: G18
https://doi.org/10.22394/2410–132X.478

ПРОБЛЕМЫ ВНЕДРЕНИЯ ЦИФРОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ГОСУДАРСТВЕННОЕ УПРАВЛЕНИЕ И ФОРМИРОВАНИЯ УМНОГО ПРАВИТЕЛЬСТВА

О.Н. АФАНАСЬЕВА[1], Е.М. КОРОСТЫШЕВСКАЯ[2]

[1] Всероссийская академия внешней торговли Министерства экономического развития Российской Федерации, Москва, Российская Федерация; e-mail: o.afanasyeva@vavt.ru

[2] Санкт-Петербургский государственный университет, Санкт-Петербург, Российская Федерация; e-mail: e.korostyshevskaya@spby.ru

Аннотация. Статья вносит вклад в исследования проблематики введения цифровых технологий в государственное управление в условиях цифровой трансформации. Вместе с преимуществами использования современных технологий возникают новые риски, связанные с организацией процесса и возможностью утраты контроля над ним, превышением затрат на внедрение цифровых технологий над возможностями государства или над потенциальными преимуществами новой системы, риски кибератак или появления новых коллизий в праве, создающих повышенную вероятность совершения коррупционных действий и так далее. Целью статьи является обобщение зарубежного опыта формирования Умного Правительства, проблем внедрения цифровых технологий в государственное управление, формирования Умного Правительства и определение возможных путей решения этих проблем. Методология исследования представлена интерпретативным обзором литературы, методами анализа, систематизации и классификации при выборке из научных источников положений, относящихся к проблематике внедрения цифровых технологий в государственное управление и формирования Умного Правительства. На основе комплексного анализа научных подходов к применению цифровых технологий в государственном управлении выявлены особенности зарубежной практики применения цифровых технологий в государственном управлении и формирования Умного Правительства, определены проблемы и рекомендации по их устранению.

Ключевые слова: цифровизация, цифровые технологии, цифровая трансформация, государственное управление, государственный сектор, Умное Правительство, искусственный интеллект, машинное обучение, метавселенная

Информация о финансировании: Данное исследование выполнено без внешнего финансирования.

Для цитирования: Афанасьева О.Н., Коростышевская Е.М Проблемы внедрения цифровых технологий в государственное управление и формирования умного правительства // Экономика науки. 2024. № 10(4). С. 52–62. https://doi.org/10.22394/2410–132X.478

© О.Н. Афанасьева, Е.М. Коростышевская, 2024 г.

SCIENTIFIC AND TECHNICAL PROGRESSAND ITS IMPACT ON INDUSTRIES, ECONOMIC GROWTH, AND INNOVATIVE DEVELOPMENT

ORIGINAL RESEARCH ARTICLE
UDC: 369.032
JEL: G18
https://doi.org/10.22394/2410–132X.478

CHALLENGES OF IMPLEMENTING DIGITAL TECHNOLOGIES INTO PUBLIC ADMINISTRATION AND FORMING A "SMART GOVERNMENT"

O.N. AFANASYEVA [1], E.M. KOROSTYSHEVSKAYA [2]

[1] Russian Foreign Trade Academy of the Ministry of Economic Development of the Russian Federation, Moscow, Russian Federation; e-mail: o.afanasyeva@vavt.ru

[2] Saint Petersburg State University, Saint Petersburg, Russian Federation; e-mail: e.korostyshevskaya@spby.ru

Abstract. The article contributes to the research problems of introducing digital technologies in public administration in the conditions of digital transformation. Along with the advantages of using modern technologies there are new risks associated with the organization of the process and the possibility of losing control over it, the excess of costs for the introduction of digital technologies over the capabilities of the state or over the potential benefits of the new system, the risks of cyberattacks or the emergence of new conflicts in the law, creating an increased probability of committing a crime. The purpose of the article is to summarize the foreign experience of formation of Smart Government, the problems of introduction of digital technologies in public administration, formation of Smart Government and identification of possible ways to solve these problems. The research methodology is represented by an interpretative literature review, methods of analysis, systematization and classification in the selection of provisions related to the problems of implementation of digital technologies in public administration and formation of Smart Government from scientific sources. Based on a comprehensive analysis of scientific approaches to the application of digital technologies in public administration, the features of foreign practice of digital technology application in public administration and the formation of Smart Government are identified, problems and recommendations for their elimination are determined.

Keywords: digitalization, digital technologies, digital transformation, public administration, public sector, smart government, artificial intelligence, machine learning, meta-universe

Funding: This study was conducted without external funding.

For citation: Afanasyeva, O.N., Korostyshevskaya, E.M. (2024). Challenges of implementing digital technologies into public administration and forming a "smart government". *Economics of Science,* 10(4), 52–62. https://doi.org/10.22394/2410–132X.478

ВВЕДЕНИЕ

В последние десятилетия в мире происходят масштабные цифровые преобразования, описываемые как четвертая промышленная революция в истории человечества. Эта революция характеризуется технологическими инновациями и платформами информационного общества, кардинально меняет различные аспекты современной жизни. Органы государственной власти также играют важную роль в этой революции. Они сталкиваются с проблемами регулирования, различными барьерами и предубеждениями, которые связаны с цифровой трансформацией, взаимодействием с гражданами в среде высоких технологий.

Стремительное развитие информационных и коммуникационных технологий обуславливает быстрый переход к цифровой трансформации в государственных услугах во всем мире.

Использование информационных технологий с целью улучшения качества предоставления государственных услуг имеет основополагающее значение для миссии правительств во всем мире.

Российская Федерация пошла по пути цифровизации еще в начале 2000-х гг. и до сих пор продолжает вести данную политику. Одним

© О.Н. Афанасьева, Е.М. Коростышевская, 2024 г.

из наиболее ранних проектов по цифровизации государственного управления была ФЦП «Электронная Россия (2002–2010 годы)». На сегодняшний день реализуется стратегия развития информационного общества, принятая Указом Президента РФ от 9 мая 2017 г. № 203 «О Стратегии развития информационного общества в Российской Федерации на 2017–2030 годы». Актуальность вопросов применения цифровых технологий в государственном управлении подтверждается научными исследованиями. К примеру, в 2019 г. консалтинговая компания BCG огласила результаты исследования уровня использования цифровых государственных услуг странами мира, согласно которым Россия вошла в первую десятку стран, а также заняла третье место по темпам роста использования цифровых технологий[1]. В связи с этим первостепенной задачей органов государственной власти становится обеспечение безопасности, эффективности и удобства использования цифровых технологий.

Целью статьи является обобщение зарубежного опыта формирования Умного Правительства, проблем внедрения цифровых технологий в государственное управление, формирования Умного Правительства и определение возможных путей решения этих проблем.

СТЕПЕНЬ РАЗРАБОТАННОСТИ ТЕМЫ

Вопрос применения цифровых технологий в государственном управлении, его преимуществ и недостатков, активно освещается в научной среде. Одни исследователи рассматривают практики использования цифровых технологий в наиболее развитых странах, другие концентрируют свое внимание на процессе цифровизации в Российской Федерации.

О.Г. Кириллова описала основные цифровые технологии в государственном управлении, выделила наиболее активно используемые технологии и рассмотрела «преимущества их интеграции в систему органов власти» (Кириллова, 2022).

О.Н. Афанасьева, А.М. Авдеева (Афанасьева, Авдеева, 2022) рассматривают особенности и перспективы применения платформы ГосТех в России, потенциальные сложности ее развития. О.Н. Афанасьева, М.А. Май, К.А. Скляров (Афанасьева, Май и Скляров, 2023) исследуют проблемы цифровых технологий в государственном управлении и цифровые инструменты в рамках Умного Правительства.

З.В. Герасимчук и И.С. Баранова (Герасимчук, Баранова, 2020) более подробно исследовали вопрос применения цифровых технологий в период кризиса, вызванного эпидемией вируса COVID-19. Они выявили основные направления цифровой трансформации, выделили направления, наиболее подверженные кризисам, и предоставили возможные пути избегания данных кризисов.

В.А. Яковлев-Чернышев рассмотрел «организационно-правовые аспекты цифровизации государственного управления в Российской Федерации» (Яковлев-Чернышев, 2021). Автор выявил основные риски, связанные с данным процессом, сгруппировал их и дал рекомендации по их минимизации.

В статье В.П. Кириленко и А. Фотопулу (Кириленко, Фотопулу, 2019) раскрываются такие понятия, как цифровое государство (digital state) и электронное государство (e-government), возникающие в результате цифровой трансформации государственной власти. Авторами описываются необходимые этапы построения цифрового правительства и наиболее серьезные проблемы, которые могут возникнуть в процессе реализации организационных мероприятий.

Зарубежные ученые, развивая понятие «цифровая трансформация» как процесс трансформации, вызванный потенциалом цифровых технологий (Moser-Plautz, Schmidthuber, 2023), предлагают обзор организационных аспектов работы государственных служащих, которые будут в перспективе затронуты цифровой трансформацией.

[1] «Россия оказалась среди мировых лидеров по использованию цифровых госуслуг». РИА «Новости» 13.03.2019. URL: https://ria.ru/20190313/1551739374.html (дата обращения: 30.10.2022).

© О.Н. Афанасьева, Е.М. Коростышевская, 2024 г.

Зарубежные исследователи также активно предлагают работы по цифровизации в государственном управлении, рассматривают влияние устаревших систем на цифровую трансформацию в европейском государственном управлении, приходят к выводу, что понимание уровня сложности трансформации устаревшей системы имеет решающее значение для решения возникающих в процессе проблем (Irani et al., 2023); изучают возможности создания общественной или дополнительной ценности посредством предоставления государственных цифровых услуг с точки зрения гражданина (Luna et al., 2024); используют концепцию общественной ценности как меры успешности услуг цифрового правительства с точки зрения гражданина (Buyannemekh et al., 2024); применяют подход, основанный на стартапах, для цифровой трансформации в государственном секторе (Venson, da Costa Figueiredo and Canedo, 2024).

Среди зарубежных трудов присутствуют модели для анализа механизма, в котором процессы цифровизации в государственном секторе оказывают влияние на поведение, производительность и ценности государственных организаций (Vigoda-Gadot, Mizrahi, 2024), а также работы, выявляющие и подтверждающие влияние преднамеренного невежества государственных служащих на цифровую трансформацию государственного сектора (Crusoe, Magnusson and Eklund, 2024), исследования, ориентированные на выявление связи цифровых, коммуникационных и внутрипредпринимательских компетенций с готовностью государственных служащих к работе в будущем (David et al., 2024). Ученые рассматривают восприятие государственными служащими и готовность использования искусственного интеллекта в государственном управлении (Ahn, Chen, 2022).

В последнее время в государственном управлении стали более распространенными такие направления исследований как искусственный интеллект, машинное обучение и метавселенная. Так, (van Noordt, Tangi, 2023) демонстрируют, что различные компоненты возможностей искусственного интеллекта необходимы для успешной разработки и применения технологий искусственного интеллекта в государственном управлении, включая материальные, нематериальные и связанные с человеком факторы; (Hong, Kim, Kwon, 2022) изучают факторы, определяющие цифровые инновации в государственном секторе; (Lnenicka et al., 2024) отмечают, что метавселенная обеспечивает среду виртуальной реальности, в которой можно выполнять действия без физического посещения интересующих мест, включая органы государственного управления.

Понятие и основные виды цифровых технологий

Цифровые технологии широко востребованы обществом, активно применяются в бизнесе и государственном управлении из-за высокой эффективности и скорости решения поставленных задач. Само понятие цифровых технологий трактуется авторами по-разному в зависимости от сферы применения.

К примеру, Н.А. Стебихова и О.В. Гудкова (Стебихова, Гудкова, 2018) дают следующее определение: «Цифровые технологии – это основанная на методах кодировки и передачи информации дискретная система, позволяющая совершать множество разноплановых задач за кратчайшие промежутки времени».

«Цифровые технологии – это технологии, которые являются продуктами, созданными с помощью вычислительной техники и соответствующего программного обеспечения и не отделимы от них». Данная трактовка приведена Е.М. Канищевой и Е.С. Беляевой в (Канищева, Беляева, 2021).

Оба определения содержат информацию о специфике процесса создания информационных технологий, однако первое акцентирует внимание на преимуществах ИТ, а второе – на особенности их функционирования.

Существует множество видов цифровых технологий, и все они в той или иной степени могут быть полезными для цифрового государства. Е.М. Канищева выделяет семь видов цифровых технологий *(рисунок 1)*.

© О.Н. Афанасьева, Е.М. Коростышевская, 2024 г.

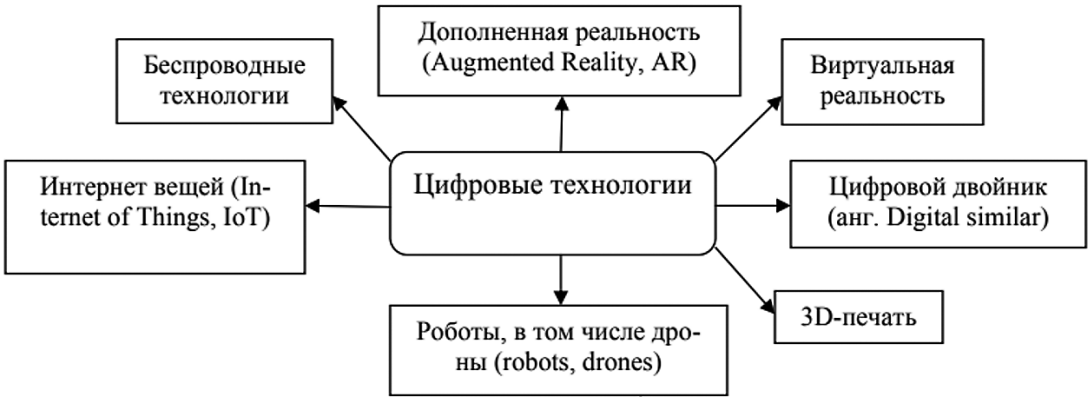


Рисунок 1. Виды цифровых технологий
Figure 1. Types of digital technologies

Источник: Канищева, Беляева, 2021

В государственном управлении на данный момент наиболее активно применяются следующие цифровые технологии:

- большие данные (Big Data) – массивы данных, классифицируемые по определенным признакам и используемые для принятия управленческих решений. «Примером использования больших данных на федеральном уровне государственного управления является учет налоговых поступлений, при котором государству необходима высокая скорость получения и обработки информации» (Кириллова, 2022);
- системы распределенных реестров (блокчейн) – базы данных, создающиеся и изменяющиеся большим количеством пользователей данной сети. Каждый участник имеет индивидуальный ключ, обеспечивающий безопасность хранящейся в сети информации, и вносит индивидуальные данные о собственных активах;
- искусственный интеллект – интеллектуальные машины или компьютерные программы, способные имитировать человеческий интеллект и выполнять человеческие функции;
- интернет вещей (Internet of Things, IoT); цифровая прослеживаемость; квантовые коммуникации – технологии, обеспечивающие построение вычислительных систем.

Таким образом, наиболее часто цифровые технологии применяются для обработки больших массивов персональных данных граждан и организаций.

Зарубежная практика

Цифровые технологии используются в управлении государством уже давно. Россия имеет достаточно большой опыт и высокие темпы цифровизации, однако, как и во многих других аспектах, изначально она опиралась на зарубежный опыт, в основном, на страны Западной Европы, США и некоторые наиболее технологически развитые азиатские страны.

В США информационные технологии обеспечивают повышение эффективности работы органов государственной власти уже более 20 лет. Первые попытки включения цифровых систем в государственное управление были совершены еще в 1999 г. администрацией Президента США Клинтона. Для обеспечения эффективности цифровых технологий государство организовало масштабную работу по подключению граждан к интернету и открытию общего доступа к порталу государственных услуг. В 2001 г. была запущена президентская программа «Расширенное цифровое государство» (Кириленко, Фотопулу, 2019).

Законодательно обеспечение работы правительства цифровыми технологиями было урегулировано Законом «Об электронном правительстве» 2002 года. В рамках госструктур было создано Управление электронного правительства, которое возглавляет федеральный

© О.Н. Афанасьева, Е.М. Коростышевская, 2024 г.

директор по информационным технологиям (Кириленко, Фотопулу, 2019). Однако, несмотря на значительные успехи, Правительство США все же имеет определенные проблемы, связанные с применением цифровых технологий. В первую очередь – это проблема отсутствия равного доступа к электронным порталам у граждан, также это дублирование операций, когда законодательно граждане обязаны заполнять и подписывать заявления и документы в бумажном виде. В таких случаях обращение через электронный ресурс теряет ценность.

Во Франции существует достаточно многочисленный административный аппарат и до сих пор не разрешена проблема бюрократизации всех сфер и уровней государственного управления. Поэтому цифровые технологии имеют важное значение для оптимизации работы органов государственной власти. Согласно Закону № 2016–1321 от 07.10.2016 г. «О цифровой республике (государстве) и другим НПА», Франция встала на путь информационной открытости, обеспечиваемой электронными порталами, сайтами и другими цифровыми технологиями (к примеру, Постановление министра экономики от 14.04.2017 г. «О публикации в формате открытых данных информации о государственных закупках») (Талапина, 2019). Во Франции у граждан также есть возможность обращаться за получением государственных услуг через портал mon.service-public.fr. В то же время, во Франции существует две проблемы, наиболее сильно замедляющие процесс цифровизации государственного управления: отсутствие всеобщего доступа граждан к сети Интернет и общий низкий уровень доверия населения к нововведениям, порожденный недостатком образованности в сфере цифровых технологий.

Сингапур по эффективности использования информационных технологий опережает многие страны. В частности, в стране успешно функционирует портал государственных услуг ecitizen.gov.sg, предоставляющий транзакционные услуги, услуги идентификации и т.д. Доступ в портал обеспечивается через получение цифрового удостоверения личности.

В Японии процесс цифровизации начался еще в конце 20 в., когда в 1997 г. была создана платформа WAN Kasumigaseki. Нормативным обеспечением служили закон № 144 от 06.12.2000 г. «О формировании передового общества информационно-телекоммуникационных сетей», программа e-Japan по построению цифрового государства. В настоящее время цифровые технологии в Японии применяются в сфере предоставления государственных услуг, налогообложения, торговли и других сферах. Также в Японии существует система онлайн-голосования, применяющая технологии блокчейн.

В Российской Федерации государственное управление продолжает непрерывно развиваться при помощи цифровых технологий. К примеру, происходят постоянные обновления работы портала государственных услуг в рамках Федерального проекта «Цифровое государственное управление» и национальной программы «Цифровая экономика Российской Федерации». 18 января 2022 г. было объявлено о введении нового инструмента аутентификации пользователей портала – через систему биометрии. Данные мероприятия организованы для повышения безопасности персональных данных граждан.

Наблюдаются изменения в работе органов государственной власти, связанные с внедрением цифровых технологий в государственное управление. Однако практика показывает, что необходимо постоянное проведение корректирующих мероприятий по оптимизации и усовершенствованию процессов функционирования технологических нововведений.

Основные проблемы применения цифровых технологий

Цифровая революция формирует новые основы в обществе, которые органам государственной власти приходится учитывать. Хотя революция предопределяет демократические ценности и правила, она побуждает к усилению государственного регулирования

© О.Н. Афанасьева, Е.М. Коростышевская, 2024 г.

и вмешательства с целью защиты общественного блага и общественных интересов. Появляется понятие «умное управление» или «интеллектуальное правительство» (Schedler, Guenduez and Frischknecht, 2019), подразумевающее новое направление отношений между правительством и гражданами, активизирующее внедрение инновационных цифровых инструментов и технологий, направленных на повышение эффективности государственного сектора. Появляются работы (Palmisano, Sacchi, 2024), подтверждающие, что цифровое взаимодействие граждан с органами государственного управления является смягчающим каналом и способствует сокращению неблагоприятного влияния неравенства на институциональное доверие, что является значительным положительным моментом для государственного управления, исследования, изучающие формирование общественного доверия путем цифровой трансформации Правительства (Virnandes, Shen and Vlahu-Gjorgievska, 2024).

По мнению зарубежных ученых (Schedler, Guenduez and Frischknecht, 2019), существуют препятствия для работы «интеллектуального правительства»: отсутствие легитимности, правовых основ, согласованности политики, технической инфраструктуры, понимания затрат и выгод, инновационного потенциала. То есть авторы различают организационные и институциональные барьеры. Зарубежные авторы определяют ограничивающие факторы для долгосрочного применения искусственного интеллекта органами государственного управления: отсутствие внутренних технических знаний для обслуживания и обновления систем искусственного интеллекта, правовые проблемы при применении разработанных систем искусственного интеллекта, ограничение возможностей внесения изменений для поддержания работоспособности систем (van Noordt, Tangi, 2023).

Можно выделить несколько основных типов проблем цифровизации государства:

- неравномерное распределение цифровизации по областям и уровням управления,
- технологические проблемы,
- проблемы обеспечения информационной безопасности.

Неравномерность цифровизации уровней управления наглядно видна при более детальном рассмотрении национальных проектов по использованию цифровых технологий – большинство проектов и государственных программ являются общенациональными и реализуются на федеральном уровне. Процесс выполнения проектных планов в регионах затруднен из-за неравномерности их развития и недостаточного информационного обеспечения. В основном, проекты успешно реализуются в наиболее развитых регионах. Для решения данной проблемы рекомендуется обеспечивать все регионы необходимой информацией, предоставлять методические материалы при делегировании региональным органам государственной власти новых проектов и задач, а также проводить организационные мероприятия совместно с федеральными органами государственной власти для формирования единого понимания целей, стратегии цифровизации.

Технологические проблемы являются причиной низкой эффективности применения цифровых технологий и низкого уровня доверия граждан к инновациям. Данные проблемы должны решаться при помощи комплексного подхода: с одной стороны – оптимизация работы сайтов, объединение информационных систем, выполняющих смежные функции и унификация федеральных и региональных систем; с другой – обеспечение обучения как для госслужащих по работе с цифровыми технологиями, так и для населения по пользованию цифровыми системами, работе с личными данными и формированию запроса на оказание государственной услуги. Также необходимо обеспечить равный доступ граждан к цифровым услугам, включая население за чертой бедности и людей с ограниченными возможностями.

Проблема цифровой безопасности является одной из самых острых и требует повышенного внимания. Для минимизации негативного эффекта от кибератак важно организовать системы по оперативному реагированию на

© О.Н. Афанасьева, Е.М. Коростышевская, 2024 г.

взлом и ограничению возможностей нападавшего. Для этого защита должна иметь несколько уровней и усиление в местах нахождения особо важных данных.

Также важно учитывать, что интеграция цифровой трансформации в государственное управление меняет социальные отношения между сторонами, участвующими в производстве и потреблении общественных благ и услуг, приводит к новым проблемам как на человеческом, организационном, так и на политическом уровнях. Это могут быть рост неравенства, снижение социальной мобильности, коррупция, дифференциация в охвате предоставления услуг, влияние на государственные рабочие места.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, можно утверждать, что применение цифровых технологий в государственном управлении повышает эффективность работы органов государственной власти на различных уровнях, а также улучшает взаимодействие между государством и гражданами. Создание цифровых платформ и перевод процессов G2G, G2C, G2B в цифровую среду стали наиболее актуальны в настоящее время (включая период пандемии с вынужденной самоизоляцией). Результатами исследования являются интерпретативный обзор имеющихся научных подходов по вопросам внедрения цифровых технологий в государственное управление, выявление особенностей зарубежного опыта формирования Умного Правительства. Также в статье определены такие проблемы цифровизации государства и формирования Умного Правительства, как неравномерное распределение цифровизации по областям и уровням управления, технологические сложности, вопросы обеспечения информационной безопасности. Данные проблемы нуждаются в оперативном решении на управленческом уровне для достижения действительно высоких результатов государственного управления. Предложены рекомендации по устранению проблем, например, обеспечение всех регионов информацией, предоставление методических материалов при делегировании региональным органам государственной власти новых проектов и задач, а также реализация организационных мероприятий совместно с федеральными органами государственной власти для формирования единого понимания целей, стратегии цифровизации и др.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Афанасьева О.Н., Авдеева А.М. Особенности и перспективы применения платформы ГосТех в России // Эпоха науки. 2022. № 32. С. 178–182.
2. Афанасьева О.Н., Май М.А., Скляров К.А. Цифровые технологии в государственном управлении // Эпоха науки. 2023. № 33. С. 72–78.
3. Герасимчук З.В., Баранова И.С. Перспективы использования цифровых технологий в государственном управлении в условиях кризиса (на примере COVID-19) // StudNet. 2020. Т. 3. № 9. С. 826–835.
4. Канищева, Е.М. Цифровые технологии: понятие, виды, преимущества и недостатки / Е.М. Канищева, Е.С. Беляева // Актуальные проблемы международных отношений в условиях формирования мультиполярного мира: Сборник научных статей 10-й Международной научно-практической конференции, Курск, 15 декабря 2021 года. Курск: Юго-Западный государственный университет, 2021. С. 189–192.
5. Кириленко В.П., Фотопулу А. Проблемы цифрового государства в современном обществе // Евразийская интеграция: экономика, право, политика. 2019. № 2 (28). С. 49–56.
6. Кириллова О.Г. Цифровые технологии в государственном управлении //Вестник магистратуры. 2022. № 1–2 (124). С. 59–61.
7. Стебихова Н.А. Цифровые технологии в жизни граждан России / Н.А. Стебихова, О.В. Гудкова // Вызовы цифровой экономики: условия, ключевые институты, инфраструктура: сборник статей I Всероссийской научно-практической конференции, Брянск, 21–22 марта 2018 года. Брянск: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Брянский государственный инженерно-технологический университет", 2018. С. 45–47.

© О.Н. Афанасьева, Е.М. Коростышевская, 2024 г.

8. Талапина Э.В. Цифровая трансформация во Франции: правовые новеллы // Право. Журнал высшей школы экономики. 2019. № 4. С. 164–184.
9. Яковлев-Чернышев В.А. Цифровизация государственного управления в Российской Федерации: преимущества и риски // NB: Административное право и практика администрирования. 2021. № 2. С. 42–51.
10. Ahn M.J., Chen Y.-C. Digital transformation toward AI-augmented public administration: The perception of government employees and the willingness to use AI in government // Government Information Quarterly. 2022. Vol. 39, № 2, April, 101664 https://doi.org/10.1016/j.giq.2021.101664
11. Buyannemekh B., Picazo-Vela S., Luna D.E., Luna-Reyes L.F. Understanding value of digital service delivery by governments in Mexico // Government Information Quarterly. 2024. Vol. 41, № 2, June, 101936 https://doi.org/10.1016/j.giq.2024.101936
12. Crusoe J., Magnusson J., Eklund J. Digital transformation decoupling: The impact of willful ignorance on public sector digital transformation // Government Information Quarterly. 2024. Vol. 41, № 3. 101958. https://doi.org/10.1016/j.giq.2024.101958
13. David S., Zinica D., Bărbuță-Mișu N., Savga L., Virlanuta F.-O. Public administration managers' and employees' perceptions of adaptability to change under "the future of work" paradigm // Technological Forecasting and Social Change. 2024. Vol. 199. 123088 https://doi.org/10.1016/j.techfore.2023.123088
14. Hong S., Kim S.H., Kwon M. Determinants of digital innovation in the public sector // Government Information Quarterly. 2022. Vol. 39, № 4. 101723 https://doi.org/10.1016/j.giq.2022.101723
15. Irani Z., Abril R.M., Weerakkody V., Omar A., Sivarajah U. The impact of legacy systems on digital transformation in European public administration: Lesson learned from a multi case analysis // Government Information Quarterly. 2023. Vol. 40, № 1. 101784. https://doi.org/10.1016/j.giq.2022.101784
16. Lnenicka M., Rizun N., Alexopoulos C., Janssen M. Government in the metaverse: Requirements and suitability for providing digital public services // Technological Forecasting and Social Change. 2024. Vol. 203. 123346. https://doi.org/10.1016/j.techfore.2024.123346
17. Luna D.E., Picazo-Vela S., Buyannemekh B., Luna-Reyes L.F. Creating public value through digital service delivery from a citizen's perspective // Government Information Quarterly. 2024. Vol. 41, № 2. 101928. https://doi.org/10.1016/j.giq.2024.101928
18. Moser-Plautz B., Schmidthuber L. Digital government transformation as an organizational response to the COVID-19 pandemic // Government Information Quarterly. 2023.Vol. 40, № 3. 101815. https://doi.org/10.1016/j.giq.2023.101815
19. Palmisano F., Sacchi A. Trust in public institutions, inequality, and digital interaction: Empirical evidence from European Union countries // Journal of Macroeconomics. 2024. Vol. 79. 103582. https://doi.org/10.1016/j.jmacro.2023.103582
20. Schedler, K., Guenduez, A.A. and Frischknecht, R. How Smart Can Government Be? Exploring Barriers to the Adoption of Smart Government. Information Polity. 2019. Vol. 24. P. 3–20. https://doi.org/10.3233/IP-180095
21. van Noordt C., Tangi L. The dynamics of AI capability and its influence on public value creation of AI within public administration // Government Information Quarterly. 2023. Vol. 40, № 4. 101860. https://doi.org/10.1016/j.giq.2023.101860
22. Venson E., da Costa Figueiredo R.M., Canedo E.D. Leveraging a startup-based approach for digital transformation in the public sector: A case study of Brazil's startup gov.br program // Government Information Quarterly. 2024. Vol. 41, № 3. 101943. https://doi.org/10.1016/j.giq.2024.101943
23. Vigoda-Gadot E., Mizrahi S. The digital governance puzzle: Towards integrative theory of humans, machines, and organizations in public management // Technology in Society. 2024. Vol. 77. 102530. https://doi.org/10.1016/j.techsoc.2024.102530
24. Virnandes S.R., Shen J., Vlahu-Gjorgievska E. Building public trust through digital government transformation: A qualitative study of Indonesian civil service agency. Procedia Computer Science. 2024. Vol. 234. P. 1183–1191. https://doi.org/10.1016/j.procs.2024.03.114

Информация об авторах

Афанасьева Оксана Николаевна – доктор экономических наук, профессор, профессор кафедры финансов и валютно-кредитных отношений Всероссийской академии внешней торговли Министерства экономического развития Российской Федерации; Scopus Author ID: 57208569080, ORCID: 0000-0001-8949-2117 (Российская Федерация, 119285, Москва, Воробьевское шоссе, д. 6А; e-mail: o.afanasyeva@vavt.ru).

Коростышевская Елена Михайловна – доктор экономических наук, профессор, профессор экономического факультета Санкт-Петербургского государственного университета. SPIN-код РИНЦ: 352133, Scopus Author ID: 57215497774, ORCID: 0000000197226898 (Российская Федерация, 199034, Санкт-Петербург, Университетская наб., 7/9; e-mail: e.korostyshevskaya@spby.ru)

© О.Н. Афанасьева, Е.М. Коростышевская, 2024 г.

REFERENCES

1. Afanasyeva, O.N., & Avdeeva, A.M. (2022). Features and prospects of applying GovTech platform in Russia. *Era of Science,* 32, 178–182. (in Russ)
2. Afanasyeva, O.N., Mai, M.A., Sklyarov, K.A. (2023). Digital technologies in public administration. *Era of Science,* 33, 72–78. (in Russ)
3. Ahn, M.J., & Chen, Y.-C. (2022). Digital transformation toward AI-augmented public administration: The perception of government employees and the willingness to use AI in government. *Government Information Quarterly,* 39, 2, 101664. https://doi.org/10.1016/j.giq.2021.101664
4. Buyannemekh, B., Picazo-Vela, S., Luna, D.E., Luna-Reyes, L.F. (2024). Understanding value of digital service delivery by governments in Mexico. *Government Information Quarterly,* 41, 2, 101936. https://doi.org/10.1016/j.giq.2024.101936
5. Crusoe, J., Magnusson, J., Eklund, J. (2024). Digital transformation decoupling: The impact of willful ignorance on public sector digital transformation. *Government Information Quarterly,* 41, 3, 101958. https://doi.org/10.1016/j.giq.2024.101958
6. David, S., Zinica, D., Bărbuță-Mișu, N., Savga, L., Virlanuta, F.-O. (2024). Public administration managers' and employees' perceptions of adaptability to change under "the future of work" paradigm. *Technological Forecasting and Social Change*, 199, 123088. https://doi.org/10.1016/j.techfore.2023.123088
7. Gerasimchuk, Z.V., & Baranova, I.S. (2020). Prospects for the use of digital technologies in governance in the conditions of crisis (example COVID-19). *StudNet,* 3, 9, 826–835. (in Russ)
8. Hong, S., Kim, S.H., Kwon, M. (2022). Determinants of digital innovation in the public sector. *Government Information Quarterly,* 39, 4, 101723. https://doi.org/10.1016/j.giq.2022.101723
9. Iakovlev-Chernyshev, V.A. (2021). Digitalization of state administration in the Russian Federation: advantages and risks. *NB: Administrative Law and Administration Practice*, 2, 42–51. https://doi.org/10.7256/2306-9945.2021.2.36011 (in Russ)
10. Irani, Z., Abril, R.M., Weerakkody, V., Omar, A., Sivarajah, U. (2023). The impact of legacy systems on digital transformation in European public administration: Lesson learned from a multi case analysis. *Government Information Quarterly*, 40, 1, 101784 https://doi.org/10.1016/j.giq.2022.101784
11. Kanischeva, E.M., & Belyaeva, E.S. (2021). Digital technologies: concept, types, advantages and disadvantages. *Current issues of international relations in the context of the formation of a multipolar world: Collection of scientific articles of the 10th International scientific and practical conference*. Ed. V.M. Kuzmina, 189-192. (in Russ)
12. Kirilenko, V.P., & Fotopoulou, A. (2019). Problems of Digital State in Modern Society. *Eurasian Integration: Economics, Law, Politics*, 2 (28), 49–56. (in Russ)
13. Kirillova, O.G. (2022). Digital technologies in public administration. *Vestnik Magistratury*, 1–2 (124), 59-61. (in Russ)
14. Lnenicka, M., Rizun, N., Alexopoulos, C., Janssen, M. (2024). Government in the metaverse: Requirements and suitability for providing digital public services. *Technological Forecasting and Social Change*, 203, 123346. https://doi.org/10.1016/j.techfore.2024.123346
15. Luna, D.E., Picazo-Vela, S., Buyannemekh, B., Luna-Reyes, L.F. (2024). Creating public value through digital service delivery from a citizen's perspective. *Government Information Quarterly*, 41, 2, 101928. https://doi.org/10.1016/j.giq.2024.101928
16. Moser-Plautz, B., & Schmidthuber, L. (2023). Digital government transformation as an organizational response to the COVID-19 pandemic. *Government Information Quarterly*, 40, 3, 101815. https://doi.org/10.1016/j.giq.2023.101815
17. Palmisano, F., Sacchi, A. (2024). Trust in public institutions, inequality, and digital interaction: Empirical evidence from European Union countries. *Journal of Macroeconomics,* 79, 103582 https://doi.org/10.1016/j.jmacro.2023.103582
18. Schedler, K., Guenduez, A.A., Frischknecht, R. (2019). How Smart Can Government Be? Exploring Barriers to the Adoption of Smart Government. *Information Polity*, 24, 3–20. https://doi.org/10.3233/IP-180095
19. Stebikhova, N.A., & Gudkova, O.V. (2018). Digital technology in the life of Russian citizens. *Challenges of the digital economy: conditions, key institutions, infrastructure: collection of articles of the I All-Russian Scientific and Practical Conference*. Ed. N.A. Kulagina, 45–47. (in Russ)
20. Talapina, E.V. (2019). Digital transformation in France: legal innovations. *Pravo. Zhurnal Vysshey Shkoly Ekonomiki*, 4, 164–184. https://doi.org/10.17323/2072-8166.2019.4.164.184 (in Russ)
21. van Noordt, C., & Tangi, L. (2023). The dynamics of AI capability and its influence on public value creation of AI within public administration. *Government Information Quarterly,* 40, 4, 101860. https://doi.org/10.1016/j.giq.2023.101860

© О.Н. Афанасьева, Е.М. Коростышевская, 2024 г.

22. Venson, E., da Costa Figueiredo, R.M., Canedo, E.D. (2024). Leveraging a startup-based approach for digital transformation in the public sector: A case study of Brazil's startup gov.br program. *Government Information Quarterly,* 41, 3, 101943. https://doi.org/10.1016/j.giq.2024.101943
23. Vigoda-Gadot, E., & Mizrahi, S. (2024). The digital governance puzzle: Towards integrative theory of humans, machines, and organizations in public management. *Technology in Society*, 77, 102530. https://doi.org/10.1016/j.techsoc.2024.102530
24. Virnandes, S.R., Shen, J., Vlahu-Gjorgievska, E. (2024). Building public trust through digital government transformation: A qualitative study of Indonesian civil service agency. *Procedia Computer Science,* 234, 1183–1191. https://doi.org/10.1016/j.procs.2024.03.114

Authors

Oxana N. Afanasyeva – Doctor of Economic Sciences, Professor, Professor of the Department of Finance and Monetary and Credit Relations, Russian Foreign Trade Academy of the Ministry of Economic Development of the Russian Federation; Scopus Author ID: 57208569080, ORCID: 0000-0001-8949-2117 (6A Vorobiyovskoye Highway, Moscow, Russian Federation, 119285, Russian Federation; e-mail: o.afanasyeva@vavt.ru).

Elena M. Korostyshevskaya – Doctor of Economics, Professor, Professor of the Faculty of Economics of St. Petersburg State University. SPIN-code RINTS:352133, Scopus Author ID: 57215497774, ORCID: 0000-0001-9722-6898 (7/9, Universitetskaya nab., Saint Petersburg, 199034, Russian Federation; e-mail: e.korostyshevskaya@spby.ru)

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.
The authors declare no conflict of interest.
Поступила в редакцию (Received) 30.09.2024
Поступила после рецензирования (Revised) 24.10.2024
Принята к публикации (Accepted) 18.11.2024

© О.Н. Афанасьева, Е.М. Коростышевская, 2024 г.

НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ПРОГРЕСС И ЕГО ВЛИЯНИЕ НА ОТРАСЛИ ЭКОНОМИКИ, ЭКОНОМИЧЕСКИЙ РОСТ И ИННОВАЦИОННОЕ РАЗВИТИЕ

ОРИГИНАЛЬНАЯ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКАЯ СТАТЬЯ
УДК: 338.24
JEL: O3
https://doi.org/10.22394/2410–132X.484

МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ К РАЗРАБОТКЕ ИНСТИТУЦИОНАЛЬНЫХ ПРЕОБРАЗОВАНИЙ ДЛЯ ФОРМИРОВАНИЯ И РАЗВИТИЯ НАУЧНО-ПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА (НА ПРИМЕРЕ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ)

А.Г. ШУМИЛИН[1], И.В. УСТИНОВИЧ[2]

[1] Национальная академия наук Беларуси, Минск, Республика Беларусь;
e-mail: shumilin@presidium.bas-net.by

[2] Белорусский национальный технический университет, Минск, Республика Беларусь;
e-mail: ustinovich@bntu.by

Аннотация. Даже крупные промышленные предприятия не обладают достаточным потенциалом для реализации масштабных инновационных проектов, позволяющих с одной стороны обеспечить выпуск высокотехнологичной продукции, а с другой стороны – преодолеть последствия санкционного давления. Одним из возможных способов решения данной проблемы является научно-промышленная интеграция, конечным результатом которой в Республике Беларусь может стать эффективно функционирующий научно-промышленный комплекс. Целью исследования является выявление и оценка методологических подходов к разработке институциональных преобразований для формирования и развития научно-промышленного комплекса. В данной статье приводится описание теории и методологии научно-промышленной интеграции, включающие: периодизацию и классификацию научно-промышленной интеграции; сравнительный анализ подходов к управлению научно-промышленной интеграцией; совокупность экономических отношений, процессов и явлений, которые лежат в основе научно-промышленной интеграции. На основе анализа опыта зарубежных стран делается вывод о регламентации интеграционных процессов моделями и институциональной средой развития страны. Исследуется уникальная роль государства в научно-промышленной интеграции Республики Беларусь. Изучение концепции и теории, которые можно положить в основу научно-промышленного комплекса, позволило выявить критерии, предпосылки и принципы его формирования.

Ключевые слова: научные организации, научно-промышленная интеграция, научно-промышленный комплекс, органы государственного управления, промышленные организации

Информация о финансировании: научно-исследовательская работа, финансируемая за счет средств республиканского бюджета (грант Министерства образования Республики Беларусь) (Рег. № 20240758).

Для цитирования: Шумилин А.Г., Устинович И.В., Методологические подходы к разработке институциональных преобразований для формирования и развития научно-промышленного комплекса (на примере Республики Беларусь). Экономика науки. 2024. № 10(4). С. 63–74. https://doi.org/10.22394/2410–132X.484

© А.Г. Шумилин, И.В. Устинович, 2024 г.

SCIENTIFIC AND TECHNICAL PROGRESSAND ITS IMPACT ON INDUSTRIES, ECONOMIC GROWTH, AND INNOVATIVE DEVELOPMENT

ORIGINAL RESEARCH ARTICLE
UDC: 338.24
JEL: O3
https://doi.org/10.22394/2410–132X.484

METHODOLOGICAL APPROACHES TO THE INSTITUTIONAL TRANSFORMATIONS FOR THE FORMATION AND DEVELOPMENT OF THE SCIENTIFIC AND INDUSTRIAL COMPLEX (ON THE EXAMPLE OF THE REPUBLIC OF BELARUS)

A.G. SHUMILIN [1], I.V. USTINOVICH [2]
[1] National Academy of Sciences of Belarus, Minsk, Republic of Belarus; e-mail: shumilin@presidium.bas-net.by
[2] Belarusian National Technical University, Minsk, Republic of Belarus; e-mail: ustinovich@bntu.by

Abstract. Even large industrial enterprises do not have sufficient potential to implement large-scale innovation projects, which would allow, on the one hand, to ensure the high-tech products production and, on the other hand, to overcome the consequences of sanctions pressure. One of the possible ways to solve this problem is scientific-industrial integration, the end result of which in the Republic of Belarus can be an effectively functioning scientific-industrial complex. The aim of the study is to identify and evaluate methodological approaches to the institutional transformations for the formation and development of scientific-industrial complex. This article provides a description of the scientific-industrial integration theory and methodology, including: periodization and classification of scientific-industrial integration; comparative analysis of approaches to the scientific-industrial integration management; a set of economic relations, processes and phenomena that underlie scientific-industrial integration. On the basis of analyzing the foreign countries experience, the conclusion is made about the regulation of integration processes by the models and institutional environment of the country's development. The unique role of the state in scientific-industrial integration of the Republic of Belarus is studied. The study of the concept and theory, which can be put at the basis of scientific-industrial complex, allowed to identify the criteria, prerequisites and principles of its formation.

Keywords: scientific organizations, scientific and industrial integration, scientific and industrial complex, government agencies, industrial organizations

Funding: research work financed from the republican budget (grant of the Ministry of Education of the Republic of Belarus) (Reg.No 20240758)

For citation: Shumilin, A.G., Ustsinovich, I.V. (2024). Methodological approaches to the institutional transformations for the formation and development of the scientific and industrial complex (on the example of the Republic of Belarus). *Economics of Science*, 10(4),63–74. https://doi.org/10.22394/2410–132X.484

ВВЕДЕНИЕ

Применение инновационных технологий увеличивает добавленную стоимость производимой продукции. Для динамичного перехода к высокотехнологичному производству необходимо активно использовать результаты научно-исследовательских, опытно-конструкторских и опытно-технологических работ (НИОК(Т)Р). Однако, даже крупные компании не всегда способны выстроить всю цепочку инновационного цикла самостоятельно, что делает проблемы интеграции (сетевого взаимодействия крайне важными). В целях принятия эффективных управленческих решений необходимо провести научно-обоснованную оценку текущего состояния теоретико-методологических исследований научно-промышленной интеграции. Важно исследовать существующие мнения ученых и практиков по ключевым вопросам этого процесса, а также проанализировать используемые подходы и принципы взаимодействия научных и промышленных организаций. Для повышения эффективности такого взаимодействия предлагается сформировать и развивать

© А.Г. Шумилин, И.В. Устинович, 2024 г.

научно-промышленный комплекс (НПК). Для целей исследования определим, что НПК подразумевает собой «имущественный комплекс, включающий в себя совокупность институтов и инфраструктуру, регулируемый государством и создающий новые цепочки стоимости продукции, за счет перераспределения потоков ресурсов» (Шумилин, Устинович, 2023, с. 31).

Целью исследования является выявление и оценка методологических подходов к разработке институциональных преобразований для формирования и развития научно-промышленного комплекса. В рамках исследования рассматривается теория и методология научно-промышленной интеграции, которая включает в себя:

- периодизацию и классификацию научно-промышленной интеграции;
- сравнительный анализ подходов к управлению научно-промышленной интеграцией;
- анализ экономических отношений, процессов и явлений, лежащих в основе научно-промышленной интеграции.

Теория и методология научно-промышленной интеграции

Проведенные белорусскими и российскими учеными исследования (Боев, 2023; Устинович, 2023a, 2023b, 2023c) позволяют утверждать, что для инновационного развития экономики необходима соответствующая перестройка промышленного комплекса, модификация механизмов взаимодействия органов государственного управления и предприятий, в том числе промышленных (Клеева, 2020). Мощным фактором этого процесса является научно-промышленная интеграция.

Понятие «научно-промышленная интеграция» является относительно новым для научного дискурса. В то же время в XX в. представители различных научных школ активно обсуждали научно-производственную интеграцию (*таблица 1*).

В ходе ускорения мирового научно-технического развития увеличивается внимание к этому процессу не только в практическом аспекте, с точки зрения формирования перспективных управленческих структур, интегрирующих науку и промышленность, но и в теоретическом, и в методологическом плане. Вопросами исследования такой интеграции занимались как отечественные, так и зарубежные ученые.

В рамках теории тройной спирали Ицковица и Лейдесдорфа белорусскими исследователями предложено стратегическое взаимодействие между государством, наукой и бизнесом для ускорения инновационного развития (Гончаров, Коршунов, 2014). В их работе подчеркивается важность горизонтальной интеграции участников и создания новых структур, таких как малые

Таблица 1. Этапы исследований по вопросам научно-промышленной интеграции
Table 1. Stages of research on scientific and industrial integration

Период	Годы	Особенности
Ранний	До середины XX в.	В науке обсуждаются процессы детерминаций научного, технического и экономического развития. Доминировавшая научная идея состоит во взаимообусловленности экономического роста и научно-технического прогресса
Плановый	60-е гг.	Происходит становление науки в качестве производительной силы
	70-е г..	Исследования посвящены разъяснению сущности понятия научно-производственной интеграции
	80-е гг.	Рассматриваются вопросы ускорения научно-технического прогресса, совершенствования экономического механизма и управления, повышения эффективности общественного производства и народного хозяйства в целом
Рыночный	90-е гг.	Сокращается количество публикаций по этой проблематике, что обусловлено распадом Советского Союза и перестройкой
	2000-е гг.	Разрабатывается теоретико-методологическая база для формирования государственных программ развития промышленного комплекса, последняя из которых в Республике Беларусь завершилась в 2020 г.

Источник: *составлено авторами*

© А.Г. Шумилин, И.В. Устинович, 2024 г.

инновационные предприятия, способствующих коммерциализации научных знаний. Однако на примере Республики Беларуси авторы отмечают сложность реализации этой модели из-за недостаточной координации и слабой вовлеченности бизнеса. Они предлагают адаптацию в виде «многослойной спирали», что актуально для систем с аналогичными проблемами.

Современные российские авторы отмечают отсутствие обратной связи от экономики и общества по отношению к сфере научных исследований и разработок, а внедрение цикла преобразования знания (от социализации до экстернализации и интернализации) может стать важным фактором для активизации инновационной деятельности (Клеева, 2024). Следует отметить, что исследования российских ученых (Kochetkov, 2023) акцентируют внимание на социальных и поведенческих аспектах принятия инноваций, что важно для понимания того, как инновации могут быть восприняты промышленностью и обществом. Продвигается идея применения потенциала государственных корпораций для эффективного развития научно-промышленного комплекса (Горин, 2016). При этом исследователи часто упускали важные теоретико-методологические и концептуальные проблемы, которые напрямую связаны с разработкой сущности, содержания, форм, принципов интеграции науки и промышленности.

Проведенные исследования классификации видов интеграции позволяют выделить ряд ее критериев (*таблица 2*).

Предлагается дополнить такую классификацию формами интеграции (Устинович, Гринцевич, 2023) и степенями (взаимодействие, сотрудничество, кооперация, научно-промышленная интеграция). Для этого следует отметить, что условием эффективного внедрения результатов НИОК(Т)Р в производство является сотрудничество между научными и промышленными организациями, предполагающее совместную работу для достижения общих целей, связанных, в том числе, с освоением новых видов продукции. Сотрудничеству как правило предшествует взаимодействие (процесс обмена информацией, идеями или действиями). Стоит отметить, что взаимодействие может быть как формальным, так и неформальным, и не обязательно включает в себя общие цели или равноправное участие. Усиление взаимозависимости участников сотрудничества приводит к их интеграции (объединению отдельных участников в целое). При этом основное внимание уделяется объединению различных элементов, систем или организаций для достижения более высокого уровня эффективности. Кооперация может быть реализована через формирование следующих структур: ассоциации, союзы, группы компаний и т.д. Понятие научно-промышленной и научно-производственной интеграции имеет схожую этимологию и предполагают объединение различных элементов в одно целое для улучшения их функционирования, только в первом случае этими элементами являются научные и промышленные организации, а во втором – научная и производственная деятельность различных организаций.

Можно сделать вывод, что формой реализации научно-промышленной интеграции является формирование институциональной надстройки над существующими организациями, а научно-производственной интеграции – функционирующие на постоянной или временной основе

Таблица 2. Классификация типов интеграции
Table 2. Classification of integration types

Критерий классификации	Типы интеграции
По направлению	Вертикальная, горизонтальная, смешанная
По целям и способам	Организационная, экономическая, функциональная, региональная, товарная
По плотности связей	Жесткая, мягкая
По уровню	Международный, Микро-, Мезо- и Макро- уровень
По объекту интеграции	Операционная, функциональная, межфункциональная, межорганизационная

Источник: *составлено авторами*

© А.Г. Шумилин, И.В. Устинович, 2024 г.

формальные и неформальные объединения организаций (кластер, технологическая платформа, индустриальный парк). Указанные формы характерны для Республики Беларусь (Устинович, 2023а) и обусловлены ее институциональными условиями: нормативно-правовым обеспечением и государственными программами развития; преобладающей долей государственного финансирования; информационной поддержкой интеграции; недостаточным участием частного капитала в финансировании проектов на ранних стадиях исследований; ограниченным уровнем международной интеграции; низкой мотивацией реального сектора к сотрудничеству с наукой из-за рисков и длительных сроков окупаемости инвестиций. Таким образом, отмечается регламентация интеграционных процессов моделями и институциональной средой развития страны.

Для повышения эффективности научно-промышленной интеграции необходима дальнейшая модернизация законодательной базы, создание стимулов для бизнеса, улучшение инфраструктуры и активизация международного сотрудничества.

В Республике Беларусь преобладает административный подход к управлению научно-промышленной интеграцией, предполагающий использование централизованного управления и контроля со стороны государства или крупных организаций. Однако, для достижения наилучших результатов рекомендуется комбинировать его с сетевым подходом (*таблица 3*).

Таким образом, проведенный анализ и синтез исследования по вопросам научно-промышленной интеграции позволяет дать научное описание этого процесса (*таблица 4*), содержания и форм проявления, а также определить эффективные и адекватные современным реалиям способы ее реализации на практике.

Исследование функционирования НПК за рубежом показывает, что они имеют свои особенности, которые зависят от экономических, политических и культурных условий в различных государствах. Страны используют различные модели НПК, адаптированные к местным условиям, но все они характеризуются тесной интеграцией науки и промышленности. Соединенные Штаты Америки (США) используют следующие драйверы развития НПК: сильная связь между университетами и промышленностью, технологические кластеры (например, Силиконовая долина), федеральное финансирование через агентства, такие как DARPA, NASA, NIH и другие. Скандинавские страны (модели Норвегии и Швеции) демонстрируют, как государственная

Таблица 3. Сравнительный анализ подходов к управлению научно-промышленной интеграцией
Table 3. Comparative analysis of approaches to the scientific and industrial integration management

Критерий	Административный подход	Сетевой подход
Управление	централизованное	децентрализованное
Международная интеграция	требующее согласования	легче интегрируется
Риски	канцеляризм, низкая мотивация участников	недостаток координации, риск дублирования проектов
Гибкость	низкая, строгое следование программам	высокая, адаптация через партнерства
Контроль	государственный контроль и оценка	саморегулируемые механизмы в сетях
Инструменты, в том числе		
Финансирование	государственные программы, гранты	венчурное финансирование, краудфандинг
Инфраструктура	государственные технопарки, лаборатории	инкубаторы стартапов, кластеры
Международное сотрудничество	официальные межгосударственные соглашения	гибкие консорциумы и кластеры
Канал коммуникация	научно-технические советы, отчеты	онлайн-платформы, конференции

Источник: *составлено авторами*

© А.Г. Шумилин, И.В. Устинович, 2024 г.

Таблица 4. Совокупность экономических отношений, процессов и явлений, которые лежат в основе научно-промышленной интеграции
Table 4. A set of economic relations, processes and phenomena that underlie scientific and industrial integration

Элементы	совместные НИОКТР, трансфер технологий, совместные программы повышения квалификации, государственная поддержка и финансирование
Формы	корпоративные и интегрированные (холдинги, концерны, корпорации, в том числе государственные); государственно-частное партнерство; неформальные объединения (кластеры, технологические платформы, союзы, альянсы, ассоциации), не предполагающие формализации процесса взаимодействия; субъекты инновационной инфраструктуры (технопарки, центры трансфера технологий, венчурные организации)
Цели	увеличение технологического уровня промышленного производства, инновационное предпринимательство, содействие экономическому росту и прогрессу общества
Способы	разработка единой научно-технической политики органами государственного управления для научных и промышленных организаций
Среда	инновационная, социальная, финансовая и производственная инфраструктура
Виды	в зависимости от направления (вертикальная, горизонтальная, смешанная); в зависимости от целей и способов (организационная, экономическая, функциональная, региональная, товарная); в зависимости от плотности связей (жесткая и мягкая); в зависимости от уровня (международном, микро, мезо – макроуровень)

Источник: *составлено авторами*

поддержка и активное участие университетов в инновационных процессах способствуют экономическому росту. Эти страны используют механизмы государственного финансирования для поддержки исследований и разработок, что может быть адаптировано в Беларуси для усиления научно-промышленной интеграции. Немецкая модель «Индустрия 4.0» акцентирует внимание на цифровизации и автоматизации производственных процессов. Общество Фраунгофера активно реализует принципы модели «тройной спирали». Широкое распространение в Германии также получили инновационные сети и кластеры (например, «Автомобильный кластер» в Баварии).

Кластеры широко распространены в рамках функционирования развитых экономик, однако следует подчеркнуть, что их финансирование может в основном осуществляться за счет государственной поддержки как в Германии, или государству отводиться роль «мягкого регулятора», как в США (Устинович, 2023b, с. 74). Драйверами научно-промышленной интеграции в Японии являются корпоративные научно-исследовательские центры (такие как Toyota, Sony, Panasonic, в том числе в США и Европе) и система взаимосвязанных компаний (Кэйрецу и интеграция цепочки создания стоимости). В Южной Корее получили распространение проекты государственно-частного партнёрства (например, Korea Research Institute of Standards and Science), чеболи (крупные конгломераты, например, Samsung, Hyundai, LG). Во всех рассмотренных странах государственная поддержка играет ключевую роль в развитии НПК, обеспечивая необходимые ресурсы и условия для инноваций. Ключевым элементом успешных НПК является создание технологических кластеров, где научные и производственные организации взаимодействуют на постоянной основе.

В Республике Беларусь создана сеть кластеров и на данный момент имеется потенциал для реализации 38 кластерных инициатив. К недостаткам кластерной структуры можно отнести низкую мотивацию участников и отсутствие жесткой стратегии развития (Устинович, Гринцевич, 2023, с .23). Вместе с тем использование зарубежного опыта может помочь в разработке эффективных стратегий для формирования и развития научно-промышленного комплекса, в том числе в Республике Беларусь.

Белорусская модель смешанной экономики активно адаптирует международные практики через создание инновационных кластеров и технопарков, что позволяет интегрировать науку и промышленность. Успешные примеры

© А.Г. Шумилин, И.В. Устинович, 2024 г.

из Германии и США, такие как «тройная спираль» (Leydesdorff, Meyer, 2003), показывают, как тесное сотрудничество между наукой, промышленностью и государством способствует инновационному развитию. Республика Беларусь может заимствовать эти подходы для улучшения взаимодействия между научными и производственными организациями.

Также в Республике Беларусь внедряются практики, основанные на концепции инновационных систем (Шумилин, 2016), которые подчеркивают важность взаимодействия между государством, наукой и бизнесом. Это включает в себя создание технопарков и инновационных кластеров, что позволяет объединять усилия различных участников для достижения общих целей.

Роль государства в научно-промышленной интеграции

Научно-промышленная интеграция играет все возрастающую роль в инновационном развитии экономики страны. Однако национальная инновационная система предполагает взаимодействие в основном двух пар участников: органы государственного управления – научные организации; органы государственного управления – промышленные организации; научные и промышленные организации. Аналитиками (Гончаров, Коршунов, 2014) было отмечено, что необходимым фактором для системного инновационного развития в промышленно развитых странах является пересечение институциональных сфер всех трех участников (научные организации, промышленные организации и органы государственного управления).

Роль государства в управлении научными и промышленными организациями сводится к трем основным подходам, предполагающим разную степень его вмешательства в экономические процессы: либеральная модель, дирижистская модель и модель социально-рыночного хозяйства. Принципы реализации либеральной модели сводятся к политике отсутствия прямого вмешательства государства в функционирования экономики и включают: снижение налоговых и административных барьеров; содействие развитию капиталовложений и инноваций в частном секторе, а также доступу к финансированию для стартапов и малых предприятий. Принципы дирижистской модели предполагают внешнее вмешательство и включают: формирование и реализацию программ поддержки и стимулирования развития; определение стратегических отраслей и направлений развития, которые считаются приоритетными для государства; активное участие правительства в создании инфраструктуры необходимой для кластеров (Устинович, 2023с). Модель социально-рыночного хозяйства (Бертош и др., 2021) активно развивается при построении белорусской модели социально-ориентированной рыночной экономики.

В современном постоянно меняющемся мире конструкции вертикального управления оказываются слишком жесткими и не соответствуют постоянно возникающим потребностям участников научно-производственного или инновационного цикла. Власть бюрократии не справляется с возросшими потоками информации (идея «нового общества организаций» П. Дракера). Интеграционные процессы в науке и промышленности сегодня носят сетевой характер, в сетевых кластерах наиболее эффективно происходит обмен (объединение) ресурсами и идеями, осуществляется совместное планирование работ. В современной экономике государство становится равноправным партнером с наукой и бизнесом – главных генераторов знаний и общественно-необходимой продукции, выполняя организующую и стимулирующую роль в развитии такого партнерства.

Для дальнейшего развития теории научно-промышленной интеграции необходимо определить эффективные формы сотрудничества органов государственного управления, промышленных и научных организаций в процессе освоения и продвижения инноваций. Реализовать это предлагается через формирование и развитие научно-промышленного комплекса. Прежде всего определим данную дефиницию. НПК охватывает взаимосвязанную сеть научно-исследовательских учреждений, промышленных предприятий и других заинтересованных сторон, участвующих в исследованиях, разработках и коммерциализации новых технологий и продуктов. В связи с этим предлагается

© А.Г. Шумилин, И.В. Устинович, 2024 г.

сформировать и развивать НПК в качестве институциональной основы инновационного развития Республики Беларусь. Теоретический базис формирования научно-промышленного комплекса основан на ряде ключевых концепций и теорий, которые описывают взаимодействие между наукой и промышленностью в рамках современной инновационной экономики: концепция инновационных систем, институциональная теория, теория человеческого капитала и другие (*таблица 5*).

Критерии, предпосылки и принципы формирования научно-промышленного комплекса

Важным аспектом при формировании НПК является учет следующих критериев: интеграция науки и производства (наличие эффективных связей между научными учреждениями и производственными предприятиями; совместные проекты и кооперация в области НИОКР); эффективность использования ресурсов (высокий уровень использования человеческих и материальных ресурсов; рациональное использование природных ресурсов); инновационная активность (количество и значимость инноваций, внедренных в производство; доля продукции с высокой добавленной стоимостью); устойчивость и адаптивность (способность комплекса адаптироваться к изменениям внешней среды; экономическая и технологическая устойчивость); экономическая эффективность (производительность, конкурентоспособность, технологическая интенсивность производства).

Следует отметить, что предпосылки формирования научно-промышленного комплекса (НПК) включают ряд объективных условий и факторов, которые создают благоприятную среду для его развития. Эти предпосылки можно разделить на несколько групп:

- *экономические* (индустриализация, усиление международной конкуренции и необходимость повышения конкурентоспособности национальных производств, трансформационные процессы в экономике);
- *научно-технические* (рост числа научных открытий и изобретений, требующих промышленного внедрения; инновационная активность; усиление научно-технической кооперации);
- *социально-демографические* (рост квалификации кадров, спрос со стороны общества на новые технологии и продукты, улучшение качества жизни);
- *политико-правовые* (государственная поддержка науки и промышленности путем принятия законодательных актов и программ, направленных на сопровождение научных исследований и инновационной деятельности; создание благоприятной политической среды для долгосрочных инвестиций в науку и промышленность; защита интеллектуальной собственности и поддержка прав исследователей и изобретателей);
- *региональные и географические* (доступность сырья и материалов, необходимых

Таблица 5. Концепции и теории формирования научно-промышленного комплекса
Table 5. Concepts and Theories of the scientific and industrial complex formation

Теория	Основание для развития
Концепция инновационных систем (Freeman,1988; Nelson,1993; Шумилин, 2016 и др.)	Инновации представляют собой не результат действий отдельных фирм или изобретателей, а продукт сложного сетевого взаимодействия различных участников в определенной экономической, социальной и институциональной среде
Институциональная теория (Коуз, 1993; Лученок, 2018; Норт, 1997; Adner, 2017 и др.)	Ускорение инновационных процессов, государственное регулирование и формирования инновационных экосистем
Теория человеческого капитала (Becker, 1975; Romer, 1989; Schultz, 1963 и др.)	Инвестиции в человеческий ресурс, технологические изменения и их влияние на долгосрочный экономический рост
Кластерная теория (Портер, 2018 и др.)	Группировка предприятий по географическому признаку
Модель «тройной спирали» (Ицковиц, 2011; Leydesdorff, Meyer, 2003; Kochetkov, 2023; Гончаров. Коршунов, 2014 и др.)	Взаимодействия бизнеса, науки и правительства с последующим взаимопересечением функций

© А.Г. Шумилин, И.В. Устинович, 2024 г.

для промышленного производства; выгодное местоположение региона, близость к источникам сырья и рынкам сбыт; исторически сложившаяся специализация региона в определенных отраслях промышленности);
- *исторические и культурные* (наличие научных и инженерных школ, которые создали основу для развития промышленности; признание важности науки и технологий в обществе, поддержка инноваций и предпринимательства). Эти предпосылки создают основу для формирования и устойчивого развития научно-промышленного комплекса, которые играют ключевую роль в модернизации экономики и повышении ее глобальной конкурентоспособности.

Методология формирования научно-промышленного комплекса представляет собой систему мер, а также механизм их реализации посредством эффективного взаимодействия промышленных и научных организаций. Она базируется на следующих выявленных функциях: «проведение научных исследований; разработка и коммерциализация технологий; увеличение уровня технологичности промышленного производства; стимулирование инновационного предпринимательства; подготовка, переподготовка и повышение квалификации кадров; содействие экономическому росту и прогрессу общества» (Устинович, 2023а, с. 83). Данные функции нацелены на решение стратегических и тактических задач реального сектора экономики.

Государство же формирует институциональные основы эффективного взаимодействия органов государственного управления, промышленных и научных организаций. Институт – это та или иная форма общественного устройства в какой-либо области общественных отношений со своими нормами, внутренним порядком и определенными взаимосвязями. Как справедливо отметили в своем исследовании (Часовских, Стариков, 2022) государство выступает в роли регламентатора и регулятора, обеспечивая условия для устойчивого и эффективного формирования и развития различных видов комплексов, в том числе и научно-промышленного. Органы государственного управления используют следующие инструменты: нормативно-правовое регулирование; создание организационных условий (инфраструктуры); стимулирование инвестиций; обеспечение стабильности (контроль инфляции и внешнеэкономическое регулирование).

Дальнейшее развитие научно-промышленного комплекса предлагается на основе нескольких ключевых принципов (*таблица 6*), которые обеспечивают основу для развития научно-промышленного комплекса, охватывая научные исследования, технологии, инновации и социальное воздействие.

Реализация этих принципов повышает качество жизни населения за счет совершенствования технологий, роста производительности труда и создания новых возможностей для профессионального развития и образования. Научно-промышленная интеграция позволяет

Таблица 6. Принципы научно-промышленной интеграции
Table 6. Principles of Scientific and Industrial Integration

Принцип	Описание
Превосходство в научных исследованиях и инновациях	Стремление к прорывам и достижениям, которые могут способствовать общественному прогрессу
Сотрудничество и междисциплинарный подход	Объединение усилий различных научных и промышленных организаций для достижения общих целей
Ориентация на рынок и клиентоориентированный подход	Фокус на потребностях рынка и удовлетворении запросов клиентов, что повышает конкурентоспособность
Непрерывное обучение и развитие навыков	Поддержка постоянного обучения и повышения квалификации для адаптации к быстро меняющимся технологиям
Открытость, прозрачность и обмен знаниями	Пропаганда открытого взаимодействия и свободного обмена знаниями для ускорения научного и технологического прогресса
Государственная поддержка и управление	Активная роль государства в содействии научному и промышленному развитию через регулирование и поддержку

© А.Г. Шумилин, И.В. Устинович, 2024 г.

активизировать использование результатов научных исследований и разработок в промышленности. Это способствует созданию новых продуктов и технологий, что повышает конкурентоспособность национальной экономики. За счет взаимодействия научных и промышленных организаций достигается более рациональное использование ресурсов, включая человеческие и материальные, что ведет к снижению издержек и увеличению производительности.

Развитие научно-промышленного комплекса ведет к созданию независимых от внешних факторов технологических решений, что уменьшает уязвимость экономики страны перед глобальными экономическими и политическими рисками.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Для разработки и реализации институциональных преобразований в рамках формирования научно-промышленного комплекса предложены методические подходы, базирующиеся на теориях (инновационного развития, инновационных систем, институциональная теория, теория человеческого капитала, кластерная, тройной спирали), включающие разъяснение сущности и особенностей научно-промышленной интеграции, критериев ее оценки и предпосылок формирования. Описана роль органов государственного управления и предложены принципы дальнейшего развития научно-промышленного комплекса.

Формирование научно-промышленного комплекса стимулирует развитие высокотехнологичных отраслей, что ведет к увеличению добавленной стоимости продукции и росту национального дохода. Это также способствует повышению уровня занятости и созданию новых рабочих мест в инновационных секторах экономики.

В частности, предложенные в статье подходы к проведению научно-промышленной интеграции путем формирования научно-промышленного комплекса позволяют создать благоприятную среду для развития научных и промышленных организаций, что в долгосрочной перспективе приведет к модернизации экономики и повышению ее глобальной конкурентоспособности.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Бертош Е.В. и др. Социальное рыночное хозяйство: учеб. – метод. пособие / под науч. ред. А.В. Данильченко, С.В. Лукина. Минск: Четыре четверти, 2021. 207 с. https://www.4–4.by/book/socialnoe-rynochnoe-hozyaystvo
2. Боев А.Г. Стратегия институциональных преобразований промышленных комплексов. Курск: Закрытое акционерное общество «Университетская книга», 2023. 348 с.
3. Гончаров В., Коршунов А. Тройная спираль инноваций: белорусская адаптация модели // Наука и инновации. 2014. № 9(139). С. 25–29. http://innosfera.by/files/2014/9.pdf
4. Горин Е.А. Формирование институциональных условий инновационного развития научно-промышленного комплекса Северо-Западного региона // Инновации. 2016. № 4(210). С. 82–88.
5. Ицковиц Г. Модель тройной спирали // Инновации. 2011. № 4. С. 5–10.
6. Клеева Л.П. Роль науки в социально-экономическом развитии // Экономика науки. 2024. Т. 10. № 1. С. 54–65. https://doi.org/10.22394/2410–132X-2024-10-1-54-65
7. Клеева Л.П. Эффективность механизмов взаимодействия элементов отечественных научно-инновационных систем. Москва: Институт проблем развития науки РАН, 2020. 188 с.
8. Коуз Р. Фирма, рынок и право / пер. с англ. Б. Пинскера. Москва: Дело ЛТД, 1993. 192 с.
9. Лученок А.И. Институты правят экономикой Минск: Беларуская навука, 2018. 278 с.
10. Норт Д. Институты, институциональные изменения и функционирование экономики // Пер. с англ. А.Н. Нестеренко; предисл. и науч. ред. Б.З. Мильнера. Москва: Фонд экономической книги "Начала", 1997. 180 с.
11. Портер М. Международная конкуренция: конкурентные преимущества стран. Москва: Альпина Паблишер, 2018. 946 с.
12. Устинович И.В. Генезис теоретических концепций инновационного развития в контексте формирования научно-промышленного комплекса // Экономические и социально-гуманитарные исследования. 2023a. № 2(38). С. 79–88. https://doi.org/10.24151/2409-1073-2023-2-79-88
13. Устинович И.В. Научно-промышленный комплекс как одна из форм взаимодействия организаций // Труды БГТУ. Серия 5: Экономика и управление. 2023b. № 2(274). С. 72–77. https://doi.org/10.52065/2520-6877-2023-274-2-10

© А.Г. Шумилин, И.В. Устинович, 2024 г.

14. Устинович И.В. О роли малых и средних предприятий в кластеризации регионов // Проблемы прогнозирования и государственного регулирования социально-экономического развития: материалы XIX международной научной конференции. Минск, 19–20 окт. 2023 г.: в 3 т. / Минск: НИЭИ Министерства экономики Республики Беларусь, 2023с. Т. 3. С. 131–132. https://niei.by/uploads/files/Konferenc-2023/tom-3.pdf
15. Устинович И.В., Гринцевич Л.В. Формы взаимодействия науки, производства и ГЧП в современных условиях // Экономический бюллетень Научно-исследовательского экономического института Министерства экономики Республики Беларусь. 2023. № 10. С. 30–40. https://www.niei.by/uploads/files/Ekonomicheskij-bjulleten/bjulleten-10-2023-1.pdf
16. Часовских В.П., Стариков Е.Н. Институционально-организационный механизм промышленной политики: методологические аспекты формирования // Фундаментальные исследования. 2022. № 10–1. С. 142–146. https://doi.org/10.17513/fr.43357
17. Шумилин А.Г. Сущность и функции национальной инновационной системы // Вестник Томского государственного университета. Экономика. 2016. № 1(33). С. 98–104. https://doi.org/10.17223/19988648/33/7
18. Шумилин А.Г., Устинович И.В. Формирование и развитие научно-промышленного комплекса в инновационной системе Республики Беларусь // Экономика Северо-Запада: проблемы и перспективы развития. 2023. № 2(73). С. 30–37. https://doi.org/10.52897/2411-4588-2023-2-30-37
19. Adner R. Ecosystem as Structure: An Actionable Construct for Strategy // Journal of Management. 2017. Vol. 43. No. 1. P. 39–58. https://doi.org/10.1177/0149206316678451
20. Becker Gary S. Human capital: a theoretical and empirical analysis, with special reference to education / 2nd ed. New York: London: Columbia University Press, 1975. 268 p.
21. Freeman C. Japan: A new national innovation system. In Technology and economy theory. London: Pinter, 1988. P. 331–348.
22. Kochetkov D.M. Innovation: A state-of-the-art review and typology // International Journal of Innovation Studies. 2023. Vol. 7, № 4. P. 263–272. https://doi.org/10.1016/j.ijis.2023.05.004.
23. Leydesdorff, L. Meyer M. The Triple Helix of university – industry – government relations // Scientometrics. 2003. Vol. 58, No. 2. P. 191–203. https://doi.org/10.1023/A:1026276308287
24. National Innovation Systems: A Comparative Analysis / ed. by R. Nelson. New York: Oxford University Press, 1993. 560 p.
25. Romer Paul M., Human Capital and Growth: Theory and Evidence, NBER Working Papers 3173, National Bureau of Economic Research, Inc November 1989.
26. Schultz T.W. The Economic Value of Education. New York: Columbia University Press. 1963. 92 p.

Информация об авторах

Шумилин Александр Геннадьевич – доктор экономических наук, профессор, академик-секретарь отделения физики, математики и информатики Национальной академии наук Беларуси; (Республика Беларусь, 220072, г. Минск, пр-т Независимости, 66; e-mail: shumilin@presidium.bas-net.by).

Устинович Ирина Валерьевна – кандидат экономических наук, доцент, доцент кафедры «Бизнес-администрирование» Белорусского национального технического университета; SPIN-код: 9482–8763, AuthorID: 939525, ORCID: 0000-0002-8288-0878 (Республика Беларусь, 220013, Минск, просп. Независимости, 67; e-mail: ustinovich@bntu.by).

REFERENCES

1. Adner, R. (2017). Ecosystem as Structure: An Actionable Construct for Strategy. *Journal of Management,* 43(1), 39–58. https://doi.org/10.1177/0149206316678451
2. Becker, Gary S. (1975). *Human capital: a theoretical and empirical analysis, with special reference to education*. 2nd ed. New York: London: Columbia University Press.
3. Bertosh, E.V. at al. (2021). *Social Market Economy Minsk: Four Quarters.* https://www.4-4.by/book/socialnoe-rynochnoe-hozyaystvo (in Russ)
4. Boev A.G. (2023). *Strategy of institutional transformations of industrial complexes*. Kursk: Closed Joint Stock Company "University Book". (in Russ)
5. Chasovskikh, V.P., Starikov, E.N. (2022). Institutional and organizational mechanism of industrial policy: methodological aspects of formatting. *Fundamental Research*, 10(1), 142–146. https://doi.org/10.17513/fr.43357 (in Russ)
6. Coase, R. (1993). *Firm, Market and Law* / transl. from English by B. Pinsker. Moscow: «Delo» LTD. (in Russ)
7. Etzkowitz, G. (2011). Triple Helix Model. *Innovations*, 4, 5–10. (in Russ)

© А.Г. Шумилин, И.В. Устинович, 2024 г.

8. Freeman, C. (1988). Japan: A new national innovation system. In Technology and economy theory. London: Pinter, 331–348.
9. Goncharov, V., Korshunov, A. (2014). A Triple Spiral of Innovations: The Belarusian Model Adaptation. *Science and innovations,* 9(139), 25–29. (in Russ)
10. Gorin, E.A. (2016). The Formation of The Institutional Conditions for Innovative Development of Scientific-Industrial Complex of The North-West Region. *Innovations*, 4(210), 82–88. (in Russ)
11. Kleeva, L.P. (2020). Effectiveness of Mechanisms for Interaction of Elements of Domestic Scientific and Innovative Systems. Moscow: Institute for the Development of Science of the Russian Academy of Sciences. (in Russ)
12. Kleeva, L.P. (2024). The Role of Science in Socio-Economic Development. Economics of Science, 10(1), 54–65. https://doi.org/10.22394/2410-132X-2024-10-1-54-65 (in Russ)
13. Kochetkov, D.M. (2023). Innovation: A state-of-the-art review and typology. *International Journal of Innovation Studies*, 7(4), 263–272. https://doi.org/10.1016/j.ijis.2023.05.004
14. Leydesdorff, L. Meyer, M. (2003). The Triple Helix of university – industry – government relations. *Scientometrics*, 58(2), 191–203. https://doi.org/10.1023/A:1026276308287
15. Luchenok, A.I. (2018). *Institutions rule the economy.* Minsk: Belaruskaia navuka. (in Russ)
16. National Innovation Systems: A Comparative Analysis / ed. by R. Nelson. (1993). New York: Oxford University Press.
17. North, D. (1997). *Institutions, Institutional Changes and Functioning of the Economy*. Transl. from English by A.N. Nesterenko; preface and scientific editor. B.Z. Milner. Moscow: Fund of the Economic Book "Beginnings". (in Russ)
18. Porter, M. (2018). *International competition: competitive advantages of countries*. Moscow. Alpina Publisher. (in Russ)
19. Romer, Paul M. (1989). *Human Capital and Growth: Theory and Evidence*. NBER Working Papers 3173. National Bureau of Economic Research, Inc November 1989.
20. Schultz, T.W. (1963). *The Economic Value of Education*. New York: Columbia University Press.
21. Shumilin, A.G. (2016). The essence and the function of the national innovation system. *Bulletin of Tomsk State University. Economics*, 1(33), 98–104. https://doi.org/10.17223/19988648/33/7 (in Russ)
22. Shumilin, A.G., Ustinovich, I.V. (2023). Formation and Development of The Scientific and Industrial Complex in The Context of The Republic of Belarus Socio-Economic Development. *Economy of the North-West: problems and prospects of development,* 2(73), 30–37. https://doi.org/10.52897/2411-4588-2023-2-30-37 (in Russ)
23. Ustinovich, I.V. (2023a). Genesis of Innovative Development's Theoretical Concepts in The Context of The Scientific and Industrial Complex Formation. *Economic and socio-humanitarian research*, 2(38), 79–88. https://doi.org/10.24151/2409-1073-2023-2-79-88 (in Russ)
24. Ustinovich, I.V. (2023c). *On the role of small and medium enterprises in clustering regions*. Scientific conference, Minsk, 19–20 October. 2023: in 3 Vols. Minsk: Research Institute of Economics of the Ministry of Economy of the Republic of Belarus, 3, 131–132. (in Russ)
25. Ustinovich, I.V. (2023b). Scientific and industrial complex as one of the forms of interaction of organizations. *Proceedings of BSTU. Series 5: Economics and Management,* 2(274), 72–77. https://doi.org/10.52065/2520-6877-2023-274-2-10 (in Russ)
25. Ustinovich, I.V., Grintsevich, L.V. (2023). Forms of interaction between science, production and PPP in modern conditions. *Economic Bulletin of the Scientific Research Economic Institute of the Ministry of Economy of the Republic of Belarus,* 10, 30–40. (in Russ)

Authors

Alexander G. Shumilin – Doctor of Economics, Professor, Academician-Secretary of the Department of Physics, Mathematics and Computer Science of the National Academy of Sciences of Belarus; (66, Independence Ave., Minsk, 220072, Republic of Belarus, Minsk, address; e-mail: shumilin@presidium.bas-net.by).

Irina V. Ustinovich – Candidate of Economics, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Business Administration of the Belarusian National Technical University; SPIN code: 9482–8763, AuthorID: 939525, ORCID: 0000-0002-8288-0878 (67, Independence Ave., Minsk, 220013, Republic of Belarus; e-mail: ustinovich@bntu.by).

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.
The authors declare no conflict of interest.
Поступила в редакцию (Received) 01.11.2024
Поступила после рецензирования (Revised) 25.11.2024
Принята к публикации (Accepted) 06.12.2024

© А.Г. Шумилин, И.В. Устинович, 2024 г.

СОСТОЯНИЕ И РАЗВИТИЕ ФУНДАМЕНТАЛЬНОЙ И ПРИКЛАДНОЙ НАУКИ, НОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ, ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ УКЛАДЫ

ОРИГИНАЛЬНАЯ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКАЯ СТАТЬЯ
УДК 621.9:62-09:338.24
JEL: O33, L60
https://doi.org/10.22394/2410–132X.481

ЭВОЛЮЦИЯ ТЕХНОЛОГИИ ОБРАБОТКИ РЕЗАНИЕМ И МЕТАЛЛОРЕЖУЩИХ СТАНКОВ В ПАРАДИГМЕ УСТОЙЧИВОСТИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ УКЛАДОВ

А.П. КУЗНЕЦОВ
Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана, Москва, Российская Федерация; e-mail: apk_53@mail.ru

Аннотация. В статье в исторически обозримой перспективе по доступным литературным источникам с 1893 г. по н.в. рассматриваются технологические методы обработки резанием и металлорежущие станки, реализующие их. Обобщены и систематизированы направления и достижения научных исследований в теории резания и создании станков, их уровень совершенства и эффективности. Целью работы является обоснование уровня значимости факторов и закономерностей изменений эволюции развития во взаимосвязи с парадигмой технологических укладов и их долгосрочного поведения на примере металлорежущих станков как движущего фактора. Методология системного анализа даёт возможность проводить оценку и измерение уровня параметров развития на основании нормативного значения ресурсоэффективности как степени совершенства достижимых показателей технологии, которая реализуется в конструкции станка или технологического оборудования, которые её реализуют. Даются подходы к оценке факторов, формирование которых зависит от технического и технологического состояния по обеспечению достижимости максимальных значений, обусловленных технологическими возможностями их реализации в промышленности и экономике.

Ключевые слова: технологии резания металлов, технологический уклад, эволюция, металлорежущие станки, эффективность

Информация о финансировании: Данное исследование выполнено без внешнего финансирования.

Для цитирования: Кузнецов А.П. Эволюция технологии обработки резанием и металлорежущих станков в парадигме устойчивости технологических укладов. *Экономика науки.* 2024. № 10(4). С. 75–99. https://doi.org/10.22394/2410–132X.481

CURRENT STATE AND DEVELOPMENT OF THE BASIC AND APPLIED SCIENCES, NEW TECHNOLOGIES, TECHNOLOGICAL STRUCTURES

ORIGINAL RESEARCH ARTICLE
UDC: 621.9:62-09:338.24
JEL: O33, L60
https://doi.org/10.22394/2410–132X.481

THE EVOLUTION OF CUTTING TECHNOLOGY AND METAL-CUTTING MACHINES IN THE PARADIGM OF TECHNOLOGICAL MODES

A.P. KUZNETSOV
Bauman Moscow State Technical University, Moscow, Russian Federation; e-mail: apk_53@mail.ru

© *А.П. Кузнецов, 2024 г.*

Эволюция технологии обработки резанием и металлорежущих станков в парадигме устойчивости технологических укладов

Abstract. The article examines, from a historically foreseeable perspective, the technological methods of cutting and metal-cutting machines based on available literature. It summarizes and systematizes the directions and achievements of scientific research on cutting theory, as well as the creation of machine tools and their level of perfection.
The goal of the study is to demonstrate, through the evidence from metal cutting machines, the significance and effectiveness of changes in economic development in relation to the technological mode. Using systems analysis, the level of development can be assessed based on the normative value of resource efficiency, which measures how well technology indicators are achieved through the design of machines and technological equipment. Factors that influence the formation of these indicators depend on technical and technological conditions and aim to achieve maximum values based on the technological capabilities for their implementation in industry and economy.

Keywords: metal cutting technologies, technological mode, evolution, development, metal-cutting machines, efficiency

Funding: This research received no external funding

For citation: Kuznetsov, A.P. (2024). The evolution of cutting technology and metal-cutting machines in the paradigm of technological modes. Economics of Science, 10(4), 75–99. https://doi.org/10.22394/2410–132X.481

Вся история развития машин
может быть прослежена
на истории мукомольных мельниц
К. Маркс

ВВЕДЕНИЕ

В работах (Глазьев, Львов и Фетисов, 1992; Глазьев, Айвазов и Беликов, 2019) рассмотрены существенные технологические признаки концепций эволюции технологических укладов, индустриальных и промышленных революций (рисунок 1). Примем также во внимание (Сухарев, 2024b. С. 27), что «под технологическим развитием будем понимать совершенствование технологий, как способов воздействия трансформации, изменений в соответствии с имеющимися или возникающими потребностями», и что в настоящее время формируется новый взгляд на экономику технологий как «направление исследований технологической сферы с позиций экономического содержания» (Сухарев, 2024a. С. 47). Это отражает базовые составляющие принципы технологических основ материального производства. В работе (Кузнецов, 2015; Kuznetsov, Koriath, 2017) приведены и обоснованы схемы методов и закономерностей, позволяющие создать более 140 тыс. технологий промышленного производства – как процесс взаимосвязанного преобразования материала, энергии и информации. Это отражает принципы и базовые составляющие технологических основ материального производства. На примере металлорежущих станков (базовой основы промышленного и экономического состояния общества) в их исторической эволюции проанализированы и приведены обоснования как необходимое условие существования и их достаточность для возникновения условий такого технологического изменения уклада и как внутри и как условия их смены.

Необходимые виды и формы энергии, способы их формирования, преобразования и передачи являются основными движущими факторами реализации методов обработки – отделения материала как физического процесса разрушения, плавления, испарения. Считается, что достаточно полная динамическая теория простых машин была описана итальянским учёным Галилео Галилеем в 1600 г. в книге «Механика» («О механике»). Он был первым, кто понял, что простые машины не создают энергию, а лишь преобразуют ее.

Примерно 12000 лет назад люди уже умели приспосабливать каменные орудия с искусственно обработанными краями к конкретным задачам обработки, с 700 г. до н.э. орудия труда уже изготавливались из железа. В начале XVII в. в связи с постоянными усовершенствованиями технологии и методов выплавки чугуна предпочтительными материалами для использования стали железо и сталь вместо других известных тогда металлов и преобладающего в тот период дерева *(рисунок 2)*, что потребовало создания технологии и методов их обработки.

Целью настоящего исследования является обоснование уровня значимости факторов

© А.П. Кузнецов, 2024 г.

Эволюция технологии обработки резанием и металлорежущих станков
в парадигме устойчивости технологических укладов

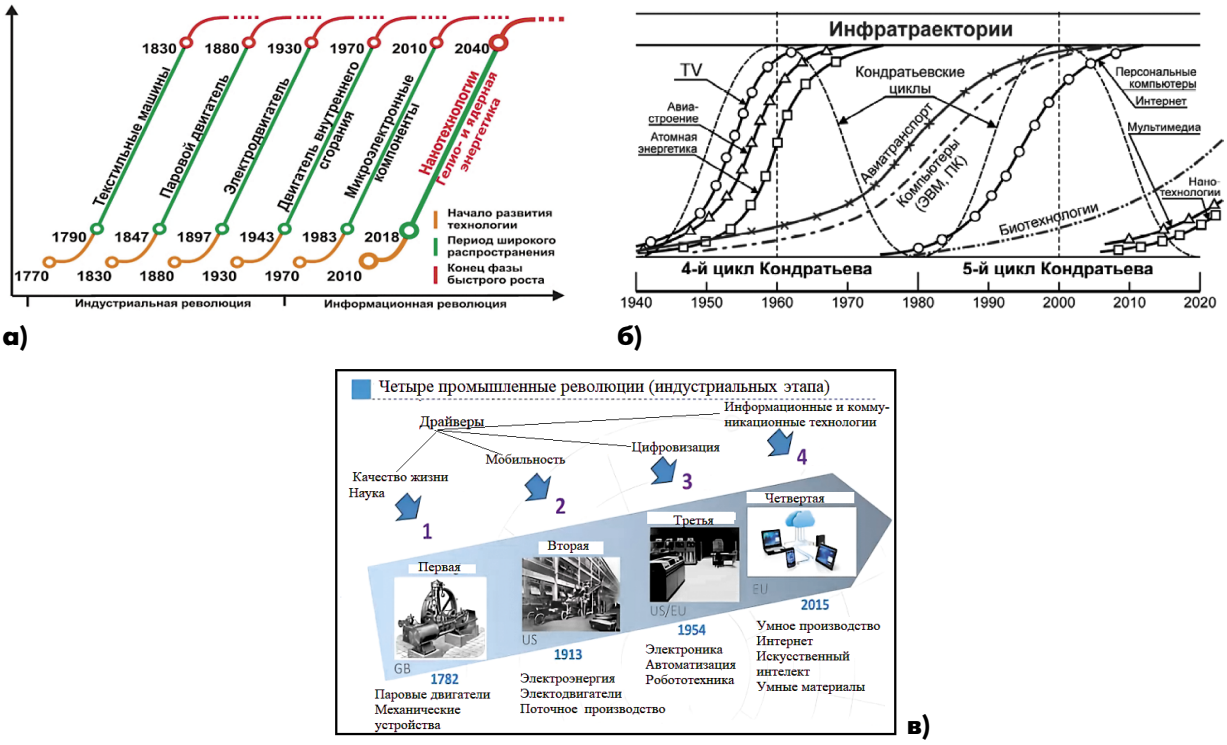


Рисунок 1. Схема видов и период развития технологических укладов – а), диффузия инноваций вдоль подъемов циклов экономической активности Н.Д. Кондратьева – б), промышленных революций – в)
Figure 1. Scheme of types and period of development of technological modes – a), diffusion of innovations along the rises of cycles of economic activity N.D. Kondratieva – b), industrial revolutions – c)
Источник: (Глазьев, Львов, Фетисов, 1992; Глазьев, Айвазов, Беликов, 2019) –а); (Акаев, 2012) – б)

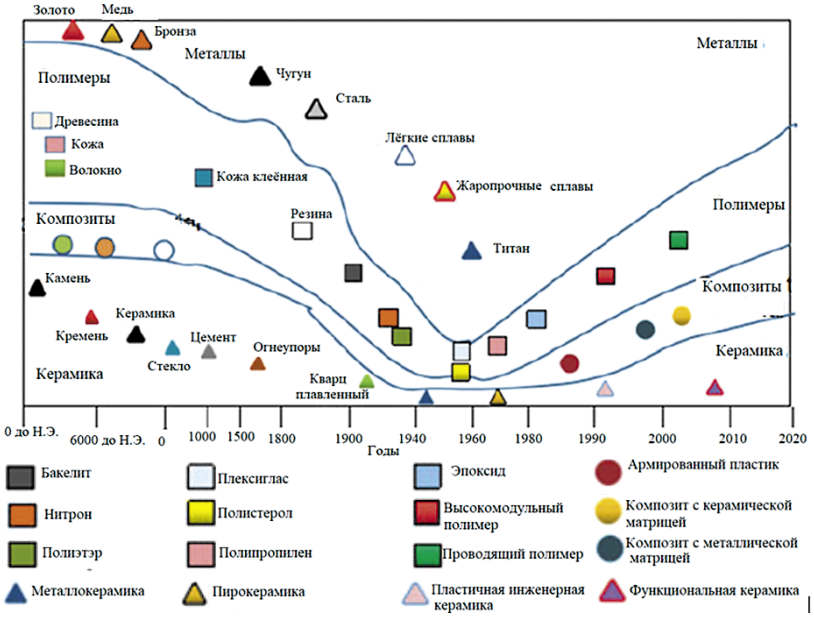


Рисунок 2. Эволюция применения материалов
Figure 2. The evolution of the use of materials
Источник: (Zhang, Yang, 2020; Ashby, 2005)

© А.П. Кузнецов, 2024 г.

и закономерностей изменений эволюции развития во взаимосвязи с парадигмой технологических укладов и их долгосрочного поведения на примере металлорежущих станков как движущего фактора. Для достижения поставленной цели требуется: провести анализ эволюции технологии и резания металлов и практики создания станков; разработать методику оценки уровня эффективности и закономерностей процесса изменение эволюции и развития металлорежущих станков как энергоинформационной системы в парадигме «экономики технологий» и технологических укладов.

Общая методология резания металлов

История исследований процесса резания металлов во всех его аспектах и проявлениях концептуально базировалась на принципиальной физической постановке задачи, в которой принимались следующие положения (Кузнецов, 2015):

- физическая модель – удаление (отделение) материала;
- физический процесс – деформирование упругое, пластическое;
- физическое явление – разрушение за счет образование дислокаций, трещин;
- реализация модели процесса (механизмы, машины, оборудование, системы).

Это позволило создать виды представлений, базируясь на физических моделях отделения материала (Партон, 1990) *(рисунок 3)*. Модель разрушения определяет физическую структуру процесса – физическую модель резания – как физический процесс пластического деформирования и разрушения.

Развитие теории и представлений о физических основах разрушения как ранее, так и сейчас, является базой для инженерного описания физических схем резания и решения на их основе практических задач теории резания металлов. В последовательности по годам публикаций автором обобщены схемы и графическое отображение резания металлов и приведены в *таблице 1* на основании работ (Челюсткин, 1933; Зорев и др., 1967; Kalpakjian, Schmid, 2009; Малышев, 2011; Grzewski, 2017; Attia et al., 2024).

Необходимо отметить, что схемы резания из *таблицы 1* представляют собой всесторонний обзор концепций обрабатываемости резанием материалов с учетом механических, кинематических, динамических, упругих, пластических, геометрических, трибологических и термомеханических видов взаимодействий твердых тел, возникающих на стыках инструмент – стружка – обрабатываемая поверхность. На основании этих схем определяются основные характеристики и параметры, например силы и мощность

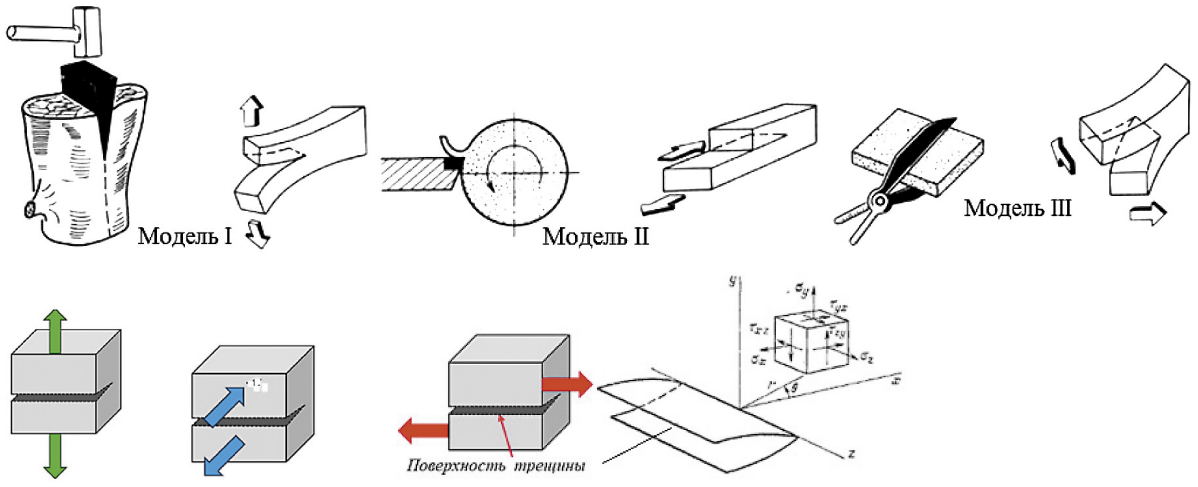
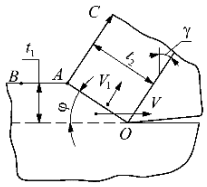
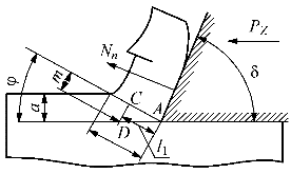
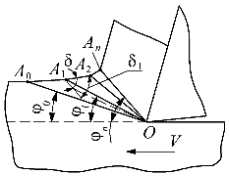
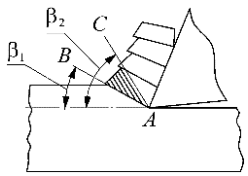
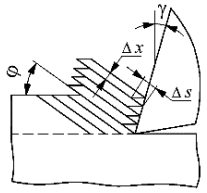
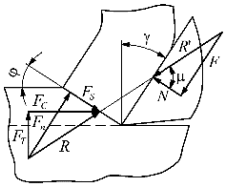
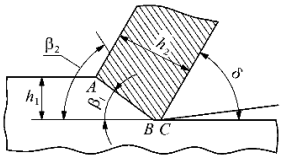
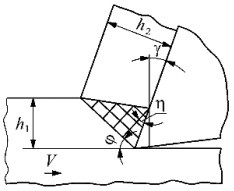
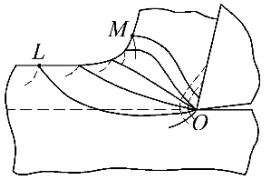
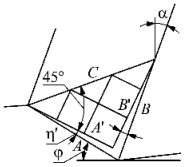
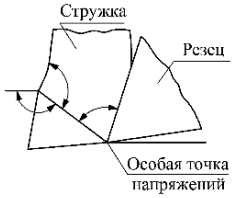
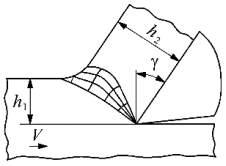
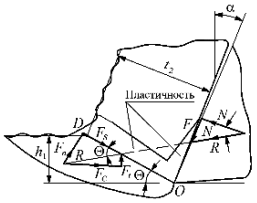
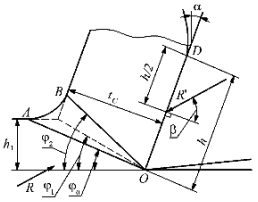
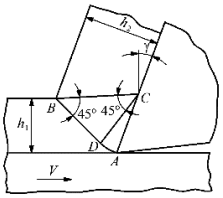
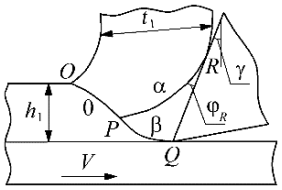
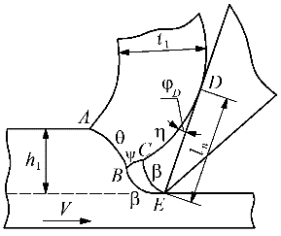
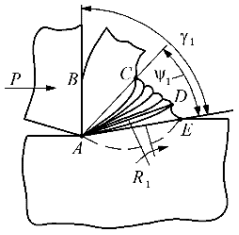
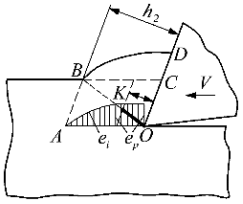


Рисунок 3. Физические модели видов смещений поверхностей трещин
Figure 3. Physical models of types of displacements of crack surfaces

Источник: *(Партон, 1990)*

© А.П. Кузнецов, 2024 г.

Таблица 1. Эволюция схем резания металлов
Table 1. Evolution of metal cutting schemes

И.А. Тиме, 1870	К.А. Зворыкин, 1893	А.А. Брикс, 1896	Я.Г. Усачев, 1915
			
В. Пииспанен, 1936	Ю.М. Мерчант, 1944	А.М. Розенберг, 1949	Е.Х. Ли, Б.В. Шаффер, 1951
			
Н.Н. Зорев, 1952	М.К. Шоу, Н.Г. Кук, И. Финни, 1953	Р. Хилл, 1954	Д. Кристоферсон, В. Палмер, П.Л.Б. Оксли, 1959
			
П.Л.Б. Оксли, 1961	К. Окушима, К. Хитоми, 1961	У. Джонсон, 1962	Х. Кудо, 1965
			
П. Дьюхерст, 1979	В.П. Астахов, С. Швец, 2004	А.Л. Воронцов, Н.М. Султан-Заде, А.Ю. Албагачиев, 2008	
			

Источник: *структура и представление разработано автором*

резания, температура, износ, размеры и вид стружки и др.

Наиболее ранние упоминания технологий резания металлов датируются примерно 1100 г. и относятся к работам Теофилус Пресбатера (Германия), который дал описание способов работы резцами, напильниками, шаберами и т.п. К. Кармаш (Германия, 1825 г.) разработал основы механической технологии и далее происходит постепенный переход от описательного к систематическому изложению механических технологий.

Наука о резании и потребность в её создании и развитии прошла, согласно данным *таблицы 1*, следующие наиболее существенные этапы в науке резания:

© А.П. Кузнецов, 2024 г.

1. Основоположником научного резания металлов является русский ученый И.А. Тиме, который в 1868–1869 гг. провел обширные опыты по строганию различных материалов и описал их в книге «Сопротивление металлов и дерева резанию» (1870 г.), где отразил характер деформации и влияние различных факторов на неё, виды стружки, привел формулу для расчета силы резания.

Ради исторической справедливости необходимо отметить, что к первым системными экспериментальным работам по исследованиям процессов резания на станках можно отнести работы француза К-Э. Кокила по определению полезной работы при обработке разных материалов, в частности «Опыты над полезным сопротивлением, возникающим при сверлении кованного железа» (1848 г.); Ж-Э. Жёсселем «Сообщение об опытах над формой резцов, их применением, произведённых на казенном заводе в Индрэ» (1864 г.), в которой он определил, что КПД станка колеблется от 60% до 90% с точки зрения эффективных углов резцов и энергозатрат на снятие стружки при резании чугуна, железа и бронзы; Гартиг– в 1869–1871 гг. на заводах в Хемнице вычислял полезную мощность станка (работу в 1 сек) в лошадиных силах, необходимую для образования 1 кг стружек в 1 час («Опыты над мощностью и расходом работы станков»).

2. В 1893 г. вышла книга профессора Харьковского технологического института К.А. Зворыкина «Работа и усилие, необходимые для отделения металлических стружек», в которой он рассчитал силы резания и экспериментально установил влияние параметров резания (ширины и толщины среза) на расход мощности. Предложена схема сил, действующих на резец, в которой были учтены силы трения на передней и задней поверхностях. Кроме экспериментальных исследований К.А. Зворыкин создал свою теорию резания, в которой он рассматривает, подобно И.А. Тиме, образование стружки как последовательное скалывание элементов. К.А. Зворыкин приходит в своей теории к формуле, выведенной аналитическим путем и выражающей зависимость между удельным давлением и влияющими на него факторами, но далее отдает предпочтение эмпирические зависимости, что обусловлено большими погрешностями, в полученной им аналитической формулы.

3. В 1896 г. опубликована работа А.А. Брикса «Резание металлов», в которой автор дал глубокий и всесторонний анализ работ как отечественных, так и зарубежных исследователей, систематизировал понятия, терминологию, применяемую в резании. Такие термины, как «режущее лезвие», «передняя грань», «задняя грань», «угол заострения», «задний угол», «передний угол» утвердились в науке о резании металлов и сохранились до наших дней.

4. Выдающейся работой после работ И.А. Тиме и К.А. Зворыкина была работа мастера механических мастерских Петроградского политехнического института Я.Г. Усачева «Явления, происходящие при резании металлов» (1873–1941 гг.), в которой он вышел за рамки представлений резания, как только механики деформирующих сил, и предложил рассматривать как физику процесса резания металлов, учитывающей физико-механических свойствах обрабатываемого металла и процессы происходящие при его пластической деформации. Впервые применил микроструктурный анализ стружек, позволивший увидеть плоскости скалывания и плоскости сдвигов внутри элементов стружки.

5. С исторической точки зрения необходимо отметить публикацию классической работы Ф. Тейлора Ф. «Искусство резать металлы» (1906 г.), в которой было получено простое математическое выражение, связывающее стойкость инструмента со скоростью резания. Кроме этого, цель этих опытов также заключалась в определении наибольших удельных давлений на резец, встречающихся при обработке чугуна и стали, значение величин которых необходимо для рационального конструирования металлообрабатывающих станков. Вторая цель его исследований состояла в определении зависимости между давлением на резец и размерами стружки. Эти сведения были нужны для определения посредством специальных «тэйлоровских счетных линеек» точных размеров стружки, которую может снять каждый станок при всевозможных комбинациях силы, скорости резания и величины подачи.

© А.П. Кузнецов, 2024 г.

6. В 1925 г. вышла в свет работа А.Н. Челюсткина «Влияние размеров стружки на усилия резания металлов», в которой рассматриваются только явления, связанные с давлением стружки на резец. Им была «сконструирована счётная линейка» для расчета скорости резания по тому же образцу, что и для давления резания.

7. В годы первых пятилеток (1930–1940 гг.) была создана Комиссия по резанию металлов под председательством Е.П. Надеинской. Под началом Комиссии в качестве руководителей отдельных разработок участвовали будущие ведущие специалисты в области обработки металлов резанием, такие как Г.И. Грановский, П.П. Грудов, М.И. Ларин, А.М. Розенберг, Е.К. Зверев, С.С. Рудник, А.М. Даниелян, Н.И. Резников и др. В результате были созданы общемашиностроительные нормативы режимов резания, а накопленный материал послужил основой для дальнейшего развития теории резания.

Кроме работ, базирующихся на предложенных схемах резания (таблица 1), проводились исследования оптического изучения деформации и напряжений в зоне резания В.Л. Кирпичевым (1913 г.) и А.К. Зайцевым (1927 г.), стружкообразования А.М. Розенбергом (1929 г.), термодинамическая теория резания металлов Н.А. Сафронова (1930 г.), исследование станков и инструментов, проведенные А.М. Игнатьевым (1934 г.), А.В. Панкиным, В.А. Кривоуховым, С.С. Четвериковым, И.М. Беспрозванным, Г.И. Гранковским, С.С. Рудниковым, академиком П.А. Ребиндером (1928 г.) изучение влияния смазочно-охлаждающих жидкостей на процесс резания, В.П. Линником (1931 г.) исследование качества обработки, академиком В.Д. Кузнецовым (1932 г.) физики процесса резания, а также начало исследования лабораторией Оргметалла твердых сплавов типа «победит» (1930 г.).

8. Дальнейшие исследования различных аспектов и процессов при резании посвящены работы по механике стружкообразования (Н.Н. Зорев); динамике резания (А.М. Розенберг); теплофизике резания (А.Н. Резников); изнашиванию инструмента (Т.Н. Лоладзе); охлаждению и смазке (М.И. Клушин); обрабатываемости материалов (Н.И. Резников) и качеству обработки (П.И. Ящерицын).

9. Работы по формированию науки резания металлов проводились и рядом зарубежных исследователей *(таблица 1)*. Так, отходя от эмпирического подхода Ф. Тейлора, в 1941 г. М.Ю. Мерчант и Х. Эрнст разработали теорию механики резания металла, которая привела к концепции специфического параметра энергии резания и определяющего показателя обрабатываемости, который учитывает синергию между углом среза, трением о стружку и геометрией инструмента. В соответствии со схемой Мерчанта-Эрнста процесс резания заключается в последовательном смещении плоских «блоков» толщиной $\Delta x \rightarrow 0$ на расстояние ΔS. Эксперименты по определению угла сдвига, коэффициента трения и касательных напряжений и сил при резании, выполненные М.Ю. Мерчантом, показали удовлетворительное совпадение расчетных и экспериментальных значений. Особо отметим, что в схеме Мерчанта-Эрнста использованы элементы схемы стружкообразования Я.Г. Усачёва и схема В. Пииспанена (см. *таблицу 1)*, а также работы К.А. Зворыкина по определению и расчету сил резания, структуру формулы которого повторяет М.Ю. Мерчант, что может быть объяснено только различными трудностями в доступности и языке указанных и заимствованных М.Ю. Мерчантом и Х. Эрнстом работ.

10. Позже в 1951 г., используя теорию поля линий скольжения, Э. Ли и Б. Шаффер разработали аналитические выражения, которые учитывают образование нароста на кромке. Эти выражения позволяют находить силу резания, толщину стружки и деформацию стружки с учетом геометрии инструмента, соответствующего коэффициента трения и предела текучести обрабатываемого материала. В 1953 г. модель была доработана М.К. Шоу, Н.Г. Кук, И. Финни при обработке инструментом с ограниченным контактом.

Моделирование образования стружки и комплексной теории прогнозирования механической обработки, учитывающей влияние температуры и скорости деформации, была выполнена П. Л.Б. Оксли в 1961 г. Дальнейшие исследования проводились в направлениях выявления закономерностей и изучении физических, химических

© А.П. Кузнецов, 2024 г.

и иных явлений в зоне резания и взаимодействия детали и инструмента в местах контакта и соприкосновение их поверхностей, влияние геометрии «клина» инструмента на происходящие физические процессы, рассмотрение структурных характеристик, свойств материалов инструмента и детали, изучения температурного, динамического, электрохимического поведения системы инструмент-деталь.

Обобщая, можно выделить периоды и суть направлений развития и изучения технологических процессов резания материалов:

– до н.э. – 1800 г.н.э. – этап разрозненных экспериментальных исследований процесса резания, накопление практики знаний;

– 1800–1930 гг. – этап поиска научных обоснований процессов резания, накопление экспериментальных данных и научных методов, становление науки о резании металлов;

– 1930–1980 гг. – этап интенсивных научно-экспериментальных исследований, накопление разносторонних знаний и теорий резания, формирование науки резания металлов;

– 1980 – н.в. – этап глубоких научных исследований процессов различной физической природы процесса резания и их физико-математического описания.

Исходя из указанных схем резания, предлагается обобщенная схема базовых методов обработки *(таблица 2)* материалов резанием, которые определяются соотношением кривизны детали и инструмента, а в (Кузнецов, 2015) приведены варианты и виды пространственных схем и методов резания.

В настоящее время уже рассматриваются модели процесса разрушения, которые можно разделить на уровни относительно размера:

– субмикроскопический уровень (атомные размеры порядка < $10^{-9} \div 10^{-7}$ м), когда происходит нарушение атомных связей, приводящих к созданию новой поверхности раздела;

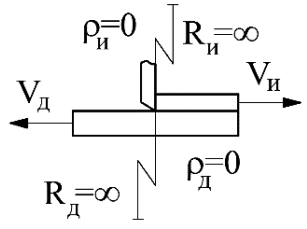
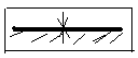
– микроскопический уровень (размеры порядка $10^{-7} \div 10^{-5}$ м), когда образуются микротрещины по телу зерен или по их границам в материале;

– макроскопический уровень (размеры порядка $10^{-5} \div >10^{-3}$ м), когда образуются трещины из области концентрации напряжений и происходит их движение внутрь объёма материала.

Энергетическая методология развития резания и станков

Сдвиг и отделение материала происходит при равенстве касательных напряжений и действующих сил со стороны детали и инструмента. Касательные напряжения τ_s, определяющие сдвиг дислокации (отделения материала) равны:

Таблица 2. Базовые методы обработки резанием
Table 2. Basic cutting methods

Соотношение кривизны и радиуса Rд детали и Rи инструмента 		**Кривизна детали $\rho_д$**		
		$\rho_и = \rho_д$	$\rho_д > \rho_и$	$\rho_д < \rho_и$
		0 	**>0**	**<0**
Кривизна инструмента $\rho_и$	0	Строгание	Точение	Протягивание
	>0	Фрезерование	Шлифование	Растачивание
	<0	Специальные виды	Специальные виды	Специальные виды

Источник: *разработано автором*

© А.П. Кузнецов, 2024 г.

$\tau_s = \tau_{xy} = F_s / A_s$. В рассматриваемом случае, для общего принципиального и существенно значимого понимания энергетической сути процесса, важным является то, что структура силы резания, без излишней детализации, может быть записана обобщенно как (Кузнецов, 2015; Kuznetsov, Koriath, 2019): $F_s = \tau_s \cdot K_s$, где коэффициент K_s определяется рассматриваемой моделью резания и зависит от вида и количества, принимаемых во внимание параметров (геометрических линейных и угловых, физических свойств, например, вида трения и т.п.). Следовательно, можно записать следующую последовательность соотношений:

$$\tau_s = \frac{F_S}{A_S} = \frac{F_S \cdot L}{A_S \cdot L} = \frac{F_S \cdot L / t}{A_S \cdot L / t} = \frac{F_S \cdot v}{V / t} = \frac{N}{Q_v} = \frac{J}{V} \quad (1),$$

где F_s – обобщенная сила, Н; A_s – площадь, м^2; L – длина (перемещение при резании), м; t – время, с(мин); V – объем, м^3; v – скорость, м/с, м/мин; N – мощность, Вт;

$Q_v = V / t$ – удельная производительность, м^3/с; J – энергия (работа) резания, Дж; $Q_J = \tau_s = J / V$ – удельная энергоемкость, Дж/м^3.

Физический процесс резания определяет и определяется скоростью удаления материала:

$$Q_v = \frac{F_s \cdot v}{\tau_s} = \frac{\tau_s \cdot K_s \cdot v}{\tau_s} = K_s \cdot v \quad (2).$$

Из выражений (1) и (2) определяются различные, необходимые для поставленных задач параметры и характеристики процесса резания, и энергетические данные для создания станков. В частности, удельная энергоёмкость Q_J *(таблица 3)* – удельная работа (энергия) физического процесса определена интервалом значений, который зависит от физико-механических характеристик обрабатываемых материалов.

Из концептуальной зависимости (1) и (2) следуют значения диапазонов энергий, необходимых для обработки резанием различных материалов при возможном диапазоне условий резания *(таблица 4)*.

Из этого вытекает, что для осуществления физического процесса резания (разрушения материала) требуется получение, передача, преобразование любого вида и формы энергии в механическую форму в необходимом объёме

Таблица 3. Удельная энергоёмкость видов обработки
Table 3. Specific energy consumption of machining types

Вид обработки	Физический процесс	Удельная энергоёмкость кВт/(см3/с)=кДж/см3
Точение	Пластическая деформация	1 ÷ 10
Фрезерование	Пластическая деформация	1 ÷ 10
Абразивная резка	Плавление	10 ÷ 30
Черновое шлифование	Плавление	20 ÷ 60
Чистовое шлифование	Плавление	60 ÷ 200
Электроэрозионная	Испарение	100 ÷ 1000
Электрохимическая	Ионизация	500 ÷ 2000
Лучевая	Ионизация	100 ÷ 3000

Таблица 4. Удельная энергоемкость материалов при обработке резанием и шлифованием
Table 4. Specific energy consumption of materials during cutting and grinding

Материал	Алюминий и сплавы	Чугун	Сталь	Легированная сталь	Никель, сплавы	Титан, сплавы
Удельная энергоёмкость при резании, 1 кВт·с/см^3	0,4–1	1,1–5,4	2–9	2–5	4,8–6,7	2–5
Удельная энергоёмкость при шлифовании, 1 кВт·с/см^3	7–27	12–60	14–68	18–82	-	16–55

Примечание: 1 кДж = 0,278 Вт·ч = 10^3Вт·с; 1 кДж/см^3 = 1 кДж/(10^3) мм^3 = 1 Вт·с/мм^3

Источник: *(Кузнецов, 2021)*

© А.П. Кузнецов, 2024 г.

и в течении заданного процессом резания времени. Это является необходимым условием для реализации функции резания, но не достаточным для обеспечения параметров и характеристик самого процесса, их качества и уровня управления и ряда других параметров, например, производительности процесса резания.

В контексте исторического развития необходимо также сказать, что человек для этого процесса, естественно, использовал доступные виды энергии как собственные, так и окружающего мира. Человек может развивать только мощность равную 150–300 Вт, а условное животное (например, лошадь), как отмечал Дж. Уатт – 735,5 Вт. В *таблице 5*, исходя из данных (Зворыкин и др., 1962), приводятся сопоставимые данные о производительности (мощности) человека, животных и водяного колеса.

В соответствии с анализом эволюции развития и их характерных особенностей, главной отличительной чертой второго технологического уклада стали паровые двигатели (см. *рисунок 1*), а динамика изменения мощности двигателей (кроме электрических) приведена на *рисунке 4.*

Из анализа выражений (1) и (2) определяются также возможно достижимые скорости обработки резанием и их значения в сравнении с достигнутым сегодня уровнем развития *(таблица 6).*

Таблица 5. Параметры применения силы человека, животного и водяного колеса
Table 5. Parameters of the Use of human, animal, and waterwheel force

Объект	Скорость, м/с	Производительность, кг·м/с
Человек на рычаге	1,10	5,5
Человек на рукояти	0,80	8,0
Человек на вертикальном колесе	0,15	9,6
Осел на приводе	0,80	11,2
Бык на приводе	0,60	39,0
Лошадь на приводе	0,90	40,0
Нижнебойное колесо	3,00	131,0
Верхнебойное колесо	2,50	175,0

Примечание: 1Вт = 0,101972 кг·м/с

Источник: *(Зворыкин и др., 1962)*

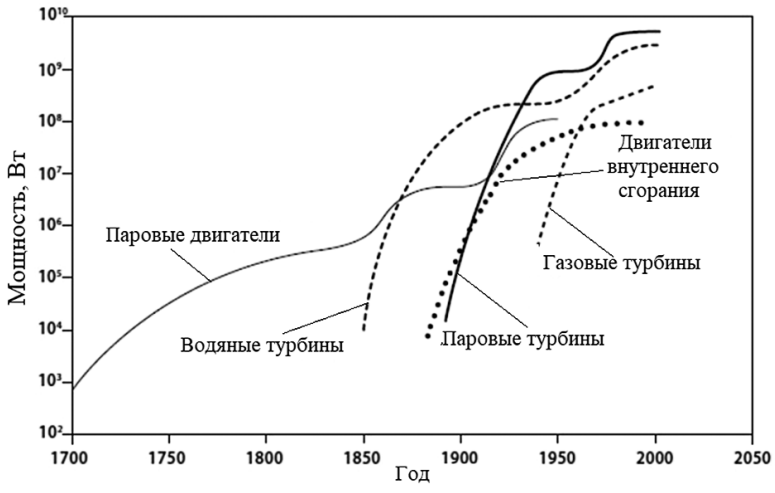


Рисунок 4. Динамика изменения мощности двигателей
Figure 4. Dynamics of engine power changes

Источник: *(Смил, 2023)*

© А.П. Кузнецов, 2024 г.

Таблица 6. Соотношения скоростей звука и распространения трещины
Table 6. Ratios of sound velocities and crack propagation

Материал	Скорость звука, м/с	Скорость распространения трещины, м/с (x10³м/мин)	Достигнутая скорость резания, x10³м/мин	Достигнутая/ скорость трещины, %
Алмаз	12000	7200 (432)	н/д	
Алюминий, сплавы	6200	2350 (141)	8,2	5,8
Чугун	3850	1460 (88)	4,7	5,35
Сталь	5030	1900 (114)	4,0	3,5
Легированные стали	5850	2200 (132)	4,5	3,4
Титан, сплавы	4700	1780 (107)	2,3	2,15
Никель, сплавы	5600	2100 (126)	0,35	0,3

Источник: *разработано автором*

Очевидно, что потенциал роста скоростей резания достаточно велик, а достигнутая скорость резания составляет не более 5–6% от теоретически и физически достижимого (идеального) уровня значений.

Методология и анализ развития конструкций металлорежущих станков

Широкое распространение машин-орудий, а затем и паровых машин требовало повышения точности обработки деталей. Эта задача могла быть решена только с изобретением машин для производства машин и в первую очередь – металлорежущих станков. Перед инженерами того времени стояла задача получения изделий определенных размеров и форм, при этом требовалось увеличить масштабы выпуска металлообрабатывающего оборудования. Создание текстильных и прядильных станков, паровых машин и т.п., их быстрое распространение выдвинуло ряд новых требований к металлообрабатывающему оборудованию, в частности, к его производительности, точности и эффективности. Так, например, после того как текстильные машины стали производить тонкую и непрочную нить, в них не допускались отклонения в размерах деталей и режиме работы механизмов, как это имело место в технических средствах, применявшихся ранее. Производство таких текстильных машин стало возможно лишь в результате качественных сдвигов в технологии их изготовления. А требования и потребность обеспечения относительно быстрого выпуска технологических машин различного назначения, в частности текстильных для удовлетворения потребностей в тканях и одежде, обусловливали необходимость роста не только количества металлорежущих станков, но повышение их производительности при заданном качестве.

Ниже рассмотрим в исторической перспективе развитие и конструктивное совершенство станков, представленные в таблице 7, на базе обобщения доступных публикаций (Загорский, 1960; Зворыкин и др.1962; Carlson, 1983; McNei, 1990; Dornfeld, Lee, 2008).

Развитие науки и знаний на ранних периодах эволюции техники позволяли применять как геометрическое, так и механическое понимание этого процесса. Лучковый привод – приспособление для вращения детали или рабочего инструмента был, таким образом одним из первых узлов будущего станка. Он был известен и с успехом применялся в Древнем Египте около 4000 лет назад. К VI в. до н.э. относится изобретение токарного станка, которое приписывают Феодору Самосскому. На токарном станке обрабатывали не только деревянные изделия, но и литые из бронзы сосуды, зеркала.

Со временем появились токарные станки с ножным приводом. Они работали, как и лучковые, но могли быть использованы одним человеком. Токарный станок с пружинным шестом был разработан в 13 в. для изготовления цилиндрических деревянных деталей. Один конец веревки был связан с разрезаемой частью, другой

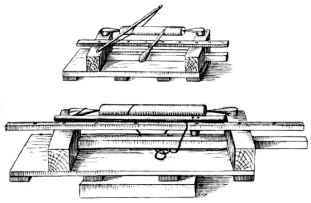
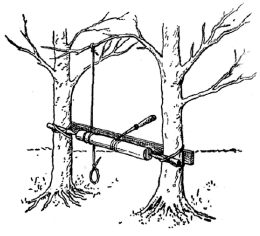
© А.П. Кузнецов, 2024 г.

конец – с пружинным столбом, а энергия передавалась с помощью ножной педали. Режущие инструменты затем прижимали к вращающейся части для создания цилиндрических поверхностей.

В 1518 г. был изготовлен станок императора Максимилиана. Он имел металлические центры и подвижный люнет, перемещающиеся по направляющим. Примерно в 1570 г. Жак Бессон создаёт токарный станок для нарезания резьбы. В середине XVIII в. Джон Смитон разработал токарный станок Great Wheel, который приводился в действие приводным шнуром или ремнем, прикрепленным к большому колесу. Революционизирующую роль при этом должны были сыграть изобретения, которые позволяли переместить инструмент из рук рабочего в сам станок, сделать его неотъемлемой частью этого станка, превратить сложное орудие в собственно машину. Только это могло должным образом повысить производительность и обеспечить массовый выпуск необходимых машиностроению деталей.

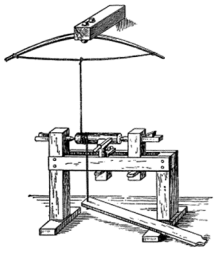
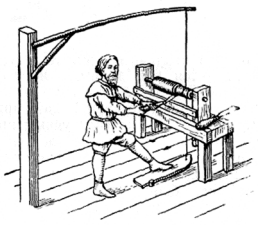
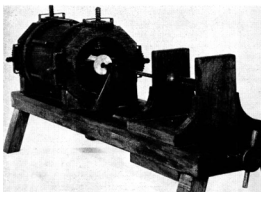
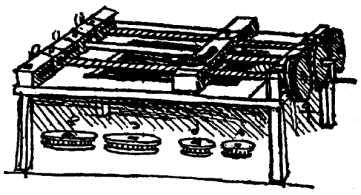
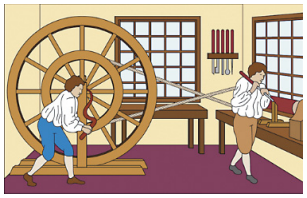
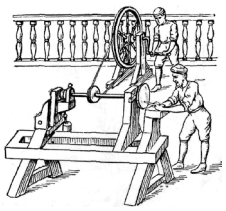
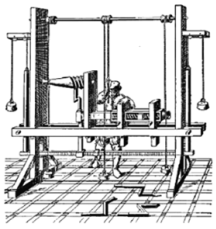
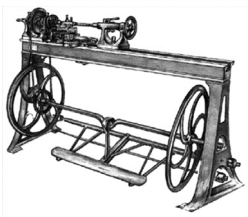
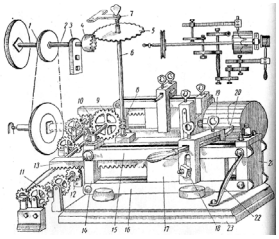
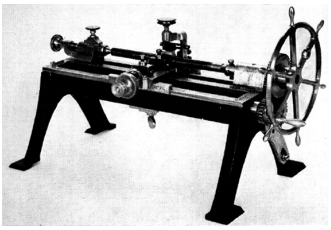
В ранних конструкциях станков прослеживаются очевидные элементы токарного станка: неподвижная часть – станина, бабки для детали, подставки для орудий – резцов и т.п. Вращение детали и подача резца требовали приложения огромных усилий человека. До начала XVIII в. изготовление деталей на станке выполнялось рабочим, который был вынужден удерживать обрабатывающий инструмент в руке, а также до этого токарные работы выполнялись при помощи примитивных держателей резца, что не позволяло обеспечить необходимую точность обработки. В 1717 г. А.К. Нартов оснастил суппортом резцедержателем, построенный им же, токарный копировальный станок и только ближе к концу столетия конструкция А.К. Нартова была изучена и стала отправной точкой для создания управляемого механического суппорта английским механиком и изобретателем Генри Модсли. Дальнейшее развитие устройства таких «токарных станков» привело к их постепенному усовершенствованию и до появления первых энергетических машин (начиная от водяных и далее паровых) дополнялось элементами и устройствами, облегчающими труд человека и увеличивающих производительность – как основную потребность общества. Очевидно, что на таких станках обрабатывались не только изделия из дерева.

Таблица 7. Эволюция создания и развития токарных и расточных станков
Table 7. Evolution of the creation and development of lathes and boring machines

Год	Автор	Тип станка	Вид
н/д	Не известен	Принцип разрушения и удаления/ энергия человека	
V в. до н.э.	Не известен	Токарный	
1395	Не известен	Токарный	

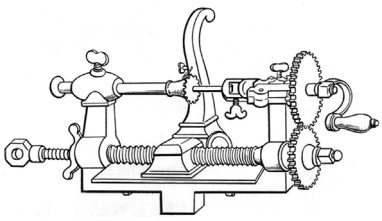
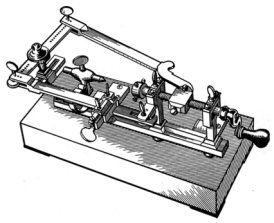
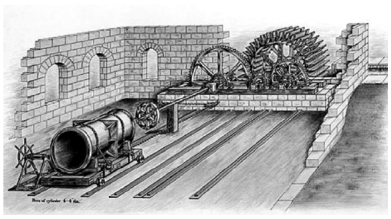
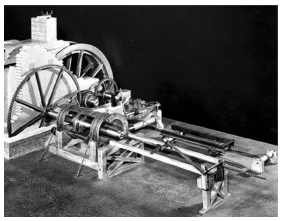
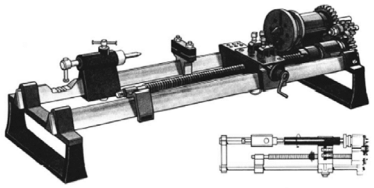
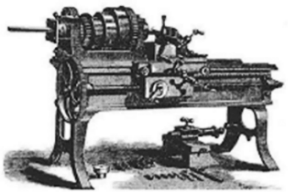
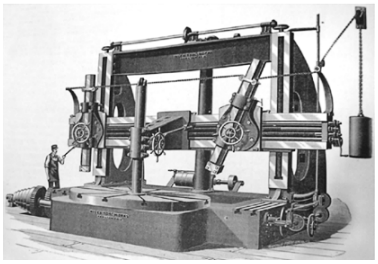
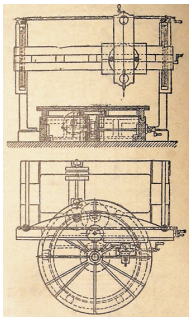
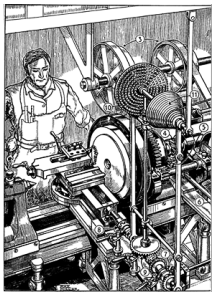
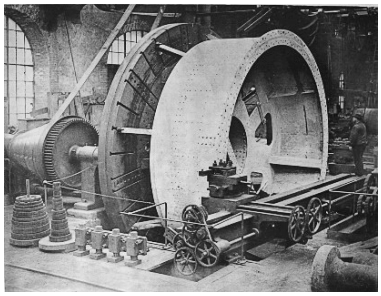
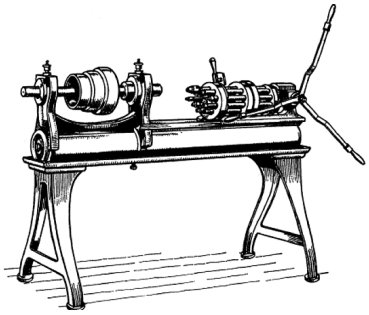
© А.П. Кузнецов, 2024 г.

Продолжение таблицы 7

1400	Не известен	Токарный	 
1480-1500	Leonardo Da Vinci	Расточной, винторезный	 
1500	Не известен	Токарный	 
1500	Не известен	Шлифовальный	
1569	J. Besson	Токарный винторезный/ копировальный	
1800	неизвестен	Токарный	
1712 – 1721	А. К. Нартов	Токарно-копировальный	 

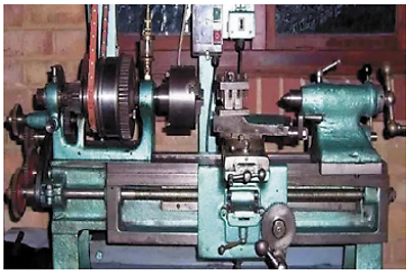
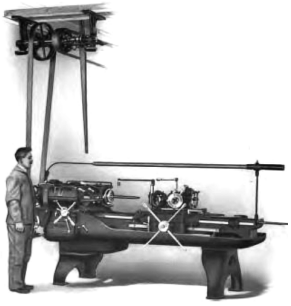
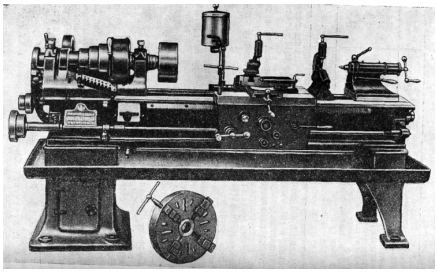
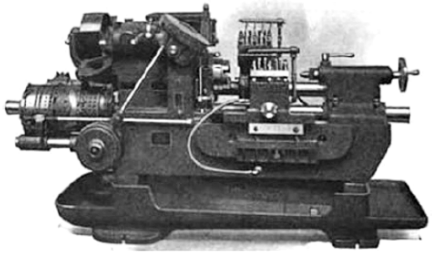
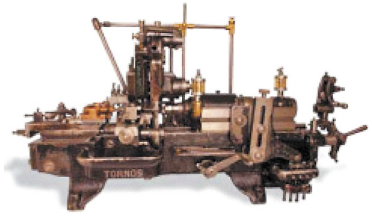
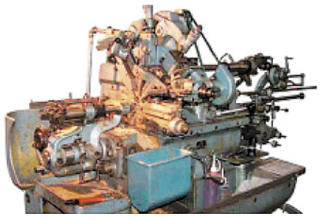
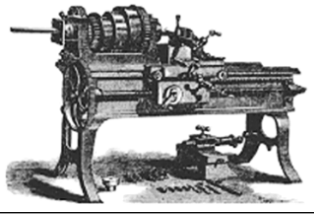
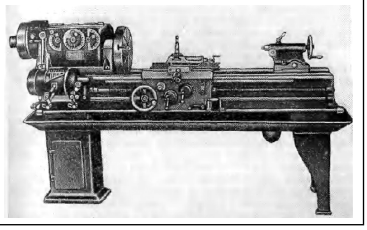
© А.П. Кузнецов, 2024 г.

Продолжение таблицы 7

1741	Швейцария, Франция	Токарный (фузейный)	 
1769, 1776	J. Wilkinson	Расточной	 
1797, 1800	H. Maudsley	Токарный с суппортом	 
1800–1839	И Г. Бодмер (патент 1939 г.)	Токарно-карусельный	 
1827	Clement	Лоботокарный	 
1848	S. Fitch	Токарно-револьверный	

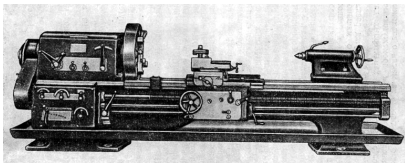
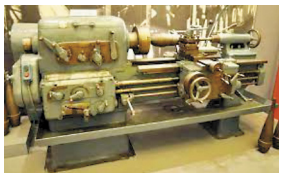
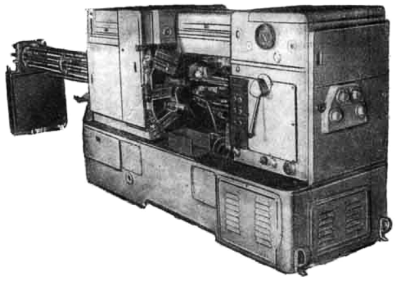
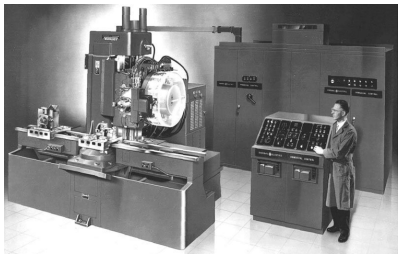
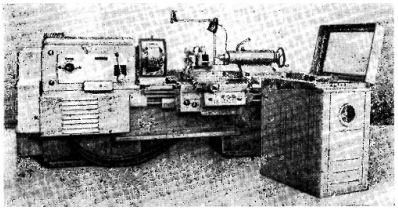
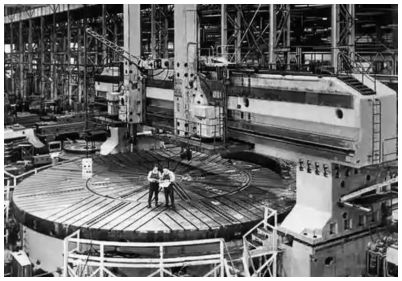
© А.П. Кузнецов, 2024 г.

Продолжение таблицы 7

1873	Spencer	Токарный одношпиндельный автомат	
1910	J. Hartness	Токарно-револьверный	
1915	3 –д Бромлей (далее «Красный пролетарий»)	Токарный	
1921	F. K. Fay	Токарный автомат с кулачковым управлением	
1925, 1950	TORNOS, BECHLER	Станок Швейцарского типа (продольного точения)	 
1926 1931	Ижевский з-д	Токарно-винторезный «Удмурт»	 

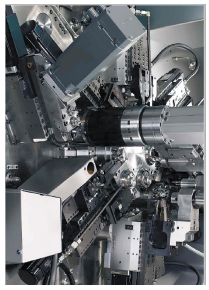
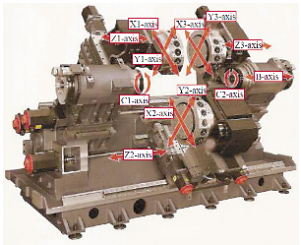
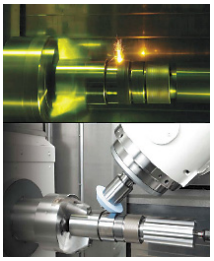
© А.П. Кузнецов, 2024 г.

Продолжение таблицы 7

1932	З-д «Красный пролетарий»	Токарно-виинторезный «ДИП»	 
1947	З-д им. С. Орджоникидзе	Многошпиндельный автомат	
1952 (1958)	J. Parsons, F. Stulen, MIT, Bendix Corp.	Обрабатывающий центр	
1962–1964; 1967	З-д «Красный пролетарий»; Рязанский з-д	Токарный с ЧПУ 1К62ПУ; 1М63ПУ	
1970	Коломенский з – д, Модель КУ299	Карусельный	
1980	Бердичевский з-д Модель 1В340Ф30	Токарно–револьверный с ЧПУ	

© А.П. Кузнецов, 2024 г.

Продолжение таблицы 7

2000	Index	Многошпиндельные с ЧПУ	
1982–2016	OKUMA	Токарно-револьверный с ЧПУ	
2012	Index	Многофункциональный: точение, фрезерование, шлифование	
2015	OKUMA, MULTUS U5000 LASER EX	Многозадачные: лазерная закалка, точение, фрезерование и шлифование	

Источник: *обобщено и систематизировано автором*

Требования к необходимости достижения изделиями высоких показателей степени идеальности *(рисунок 5)* и её постоянный рост особенно ярко проявляются в таких отраслях как астрономическая, авиационная, космическая, атомная, электронная, медицинская, биологическая и некоторых других.

Так как целью воздействия энергии является изменения и/или состояния, и/или структуры, и/или свойств, то все эти процессы сопровождаются реальными физическими явлениями: упругим деформированием, пластическим деформированием, диффузией, испарением и т.п. Пластическая деформация зависит от того, как и в каком порядке прикладываются силы, что позволило создать такие технологические процессы, как обработка резанием, штамповка, ковка, волочение. Таким образом, многообразие форм взаимодействия материи, энергии и информации, обусловливает множество видов технологических процессов и реализующего эти технологии оборудования. Энергоинформационная модель производства деталей представлена на *рисунке 6*, где для случая обработки

© А.П. Кузнецов, 2024 г.

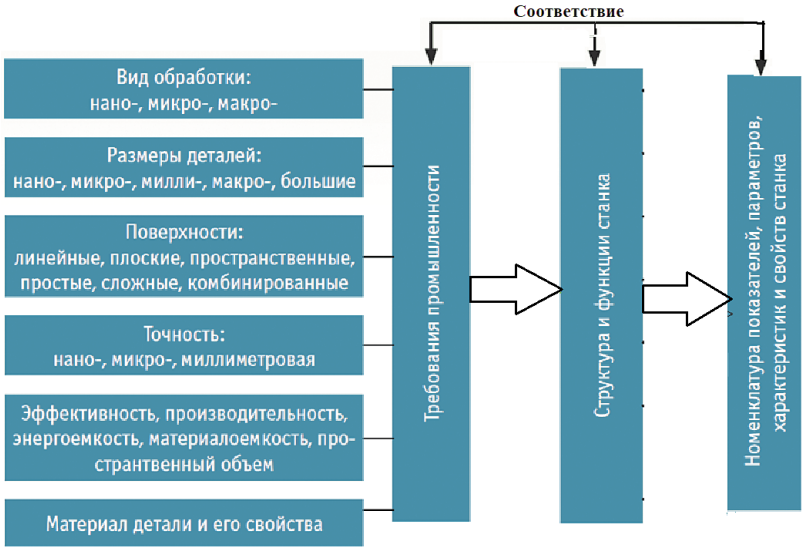


Рисунок 5. Взаимосвязь требований производителей и потребителей станков
Figure 5. The relationship between the requirements of manufacturers and consumers of machine tools

Источник: разработано автором

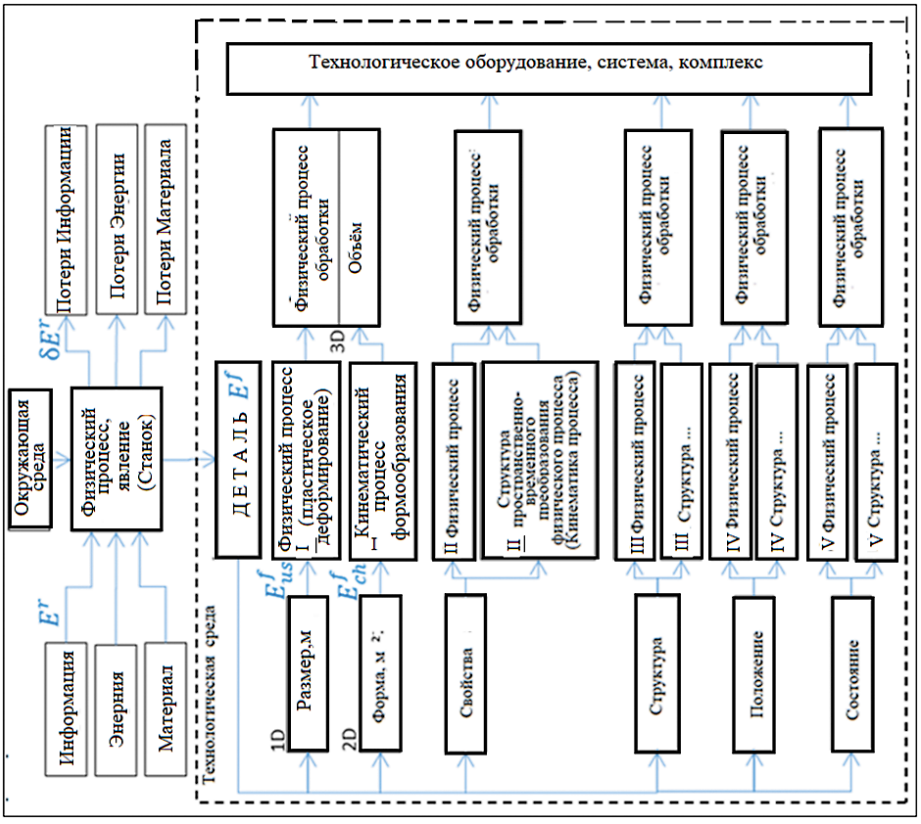


Рисунок 6. Энергоинформационная модель технологического оборудования
Figure 6. Energy information model of technological equipment

Источник: разработано автором

© А.П. Кузнецов, 2024 г.

резанием выделены составляющие, обеспечивающие формирования размера детали – физический процесс пластического деформирования выполняется инструментом, а форма и поверхности детали – физический процесс формообразования поверхностей – рабочими органами станка. Другие характеристики и параметры детали (обозначены как свойства, например, шероховатость, структура, состояние, например, твердость, и т.п.) формируются иными методами обработки. Из указанной схемы следует, что каждому физическому процессу и технологическому методу соответствует свой доминирующий или главный показатель качества детали.

Методология оценки эволюции и развития металлорежущих станков в парадигме технологических укладов

В результате качественного изменения технических систем в ходе эволюционного развития технологических укладов возник ряд важных вопросов, связанных с созданием, организацией и управлением производственными технологиями и производственными системами. В настоящее время во всех технологически развитых странах происходит рост количества и разнообразия выпускаемых изделий. Ускорение необходимости выпуска новых изделий выражается не только в быстром обновлении их номенклатуры, но и в увеличении количества их однотипных видов (разнообразия), при этом сами изделия становятся сложнее. Появление новых форм и видов изделия, выполняющего конкретные технические задачи, обусловлено и продиктовано использованием и практическим применением, технически и технологически осуществимых новых физических законов и явлений. Быстрая замена изделий новыми и новейшими рассматривается как показатель научно-технического прогресса.

Эволюция достижимых показателей, параметров, характеристик, свойств технологического оборудования обусловлена, в первую очередь, требованиями, потребностями *(рисунок 5)* и направлениями развития общества и, в частности, промышленности. Это определяет и необходимый для этого уровень развития технологий, техники, требования к её деталям, узлам, механизмам, устройствам и системам, потенциал технологий и процессов, используемые ими физические принципы и явления, уровень их совершенства и др.

Учитывая изложенное, представляется возможным представлять процесс изменения (эволюцию) достижимых показателей, параметров, характеристик в соответствии с *рисунком 7а.* Развитие технологий и технологического оборудования *(рисунок 7б)* идет в направлении роста (приближения к физико-технической идеальности) и увеличения полезных характеристик и свойств (мощности, производительности, точности, жесткости, прочности и т.п.) с одновременным снижением причин потерь при функционировании (трение, износ, вибрации, прочность, потеря времени и т.д.) и затрат (вес, трудоемкость, габариты и т.п.) на их производство. Идеальной считается технологическое оборудование с максимально полным использованием потенциала физических законов, явлений, процессов, возможностей конструкции и технологии, реализующих этот физико-технический потенциал. В то же время относительные показатели технологического оборудования (КПД, ресурсоэффективность, надежность...) и удельные показатели определяют обобщенные или интегральные свойства. Технические и физические характеристики и свойства технологий и оборудования являются главной и наиболее важной частью, определяющей их полезность и, соответственно, эффективность, конкурентоспособность и прогрессивность.

Каждый раз, когда прогресс производственной технологии уже не может обеспечить значительный рост производительности и эффективности, на смену существующему технологическому оборудованию приходит новое оборудование более совершенной конструкции. Это дает новый толчок развитию, что будет продолжаться до тех пор, пока и новое технологическое оборудование не исчерпает свой ресурс *(рисунок 7б).* Таким образом, эволюция изменений технологий и технологических машин есть сочетание непрерывного прогресса самой технологии с периодическими

© А.П. Кузнецов, 2024 г.

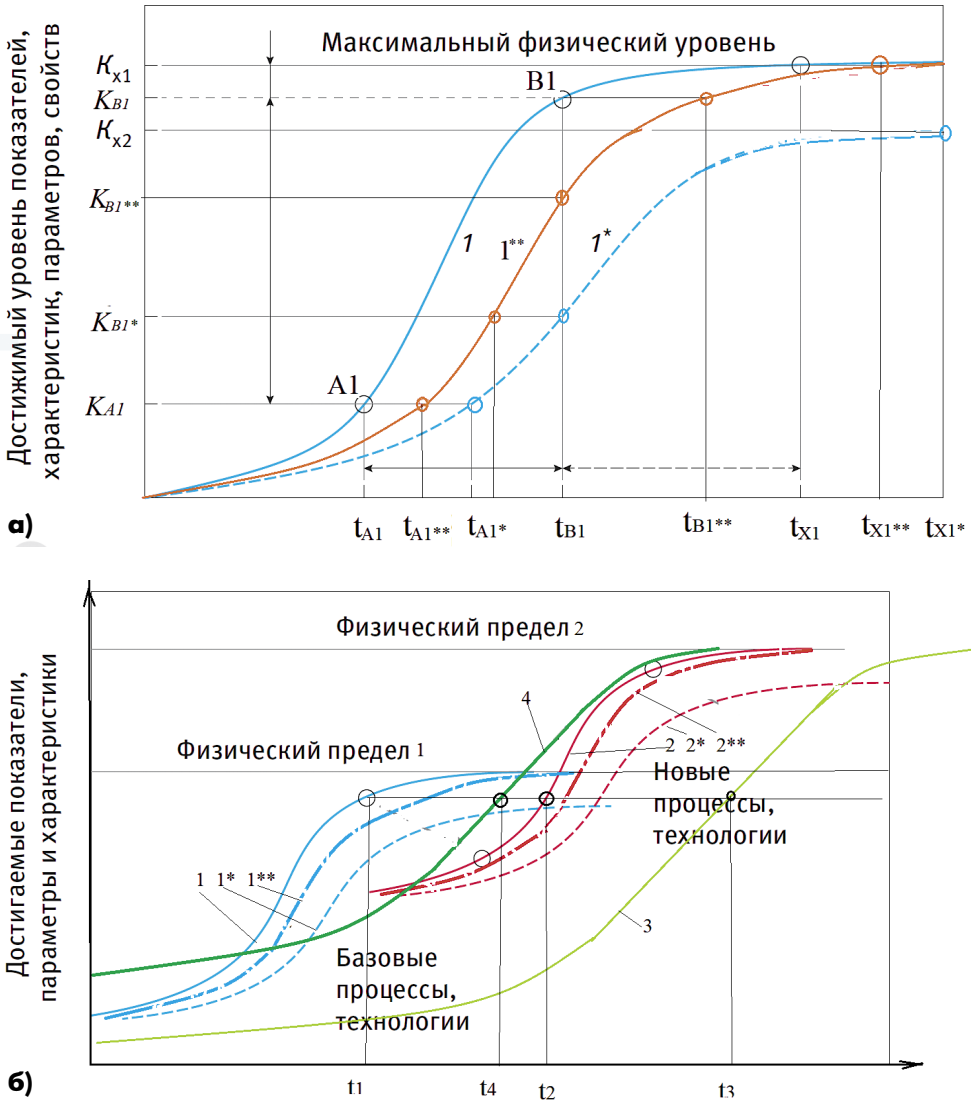


Рисунок 7. Характерный вид сценариев видов S – образных функций развития – а), сценарии изменений новых видов технологий, техники, систем – б)
Figure 7. A typical type of scenarios for the types of S – shaped development functions – a), scenarios for changes in new types of technologies, equipment, systems – b)

Источник: *(Кузнецов, 2024)*

революционными преобразованиями как технологий, так и конструкции машин.

Анализ функции изменения показателей эволюции или развития показывает (Кузнецов, 2024), что при росте т.е. увеличении значений величины показателя и характеристик технологии, процесса, оборудования, стоимости затрат и т.п. (например, производительность) от начального значения (худший показатель или начало развития) до больших величин, как предел развития или лучший показатель t[0→∞]. В этом случае характерной закономерностью и функцией будет является S – образная кривая на *рисунке 8а*, вид которой эквивалентен закономерности, которая описывается зависимостью y(t). И наоборот, когда считается наилучшим достигаемый положительный результат, если изменения показателей (например,

© А.П. Кузнецов, 2024 г.

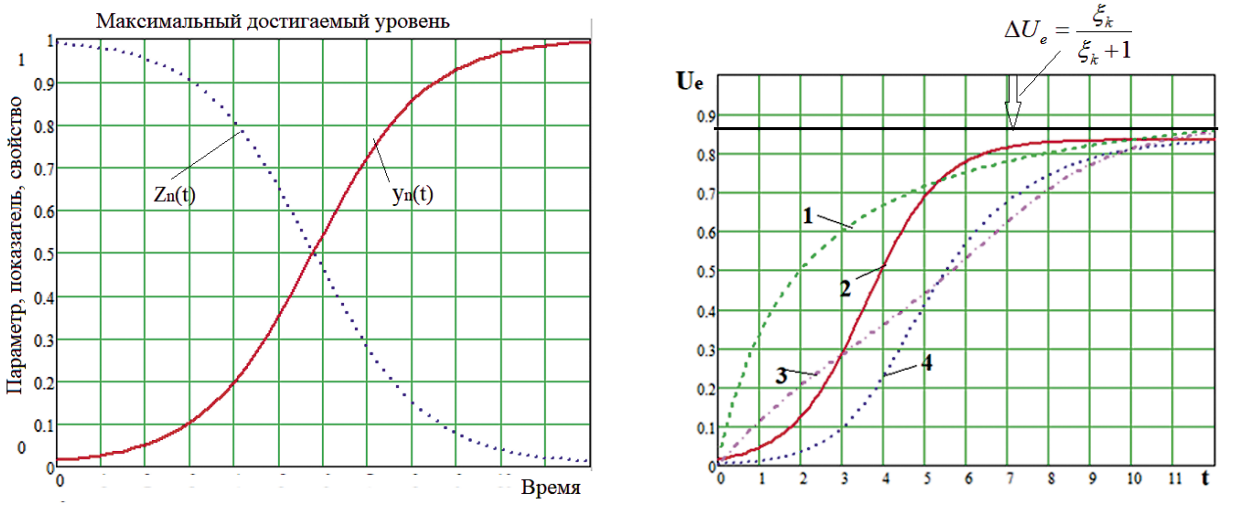
точность) происходят от худшего (абсолютная его величина имеет наибольшее значения) к лучшему (т.е. числовое значение показателя минимальное), то тогда поведение функции происходит с изменением величин диапазона значений (от большего к меньшему). Следовательно, характерной закономерностью и функцией является z(t) – образная кривая, как это представлено на *рисунке 8а:*

$$y(t) = k_2 \cdot [\xi_k + \frac{1-\xi_k}{1+b\cdot\exp[-\alpha\cdot k_2\cdot(1-\xi_k)\cdot(t+t_{-t_0})]}] = \\ = k_2 \cdot y_n(t) \quad (3),$$

$$z(t) = k_2 \cdot [1 - \frac{1-\xi_k}{1+b\cdot\exp[-\alpha\cdot k_2\cdot(1-\xi_k)\cdot(t+t_{-t_0})]}] = \\ = k_2 \cdot z_n(t) \quad (4),$$

где $U_{fl}(t) = y(t)$ – значения показателя, характеристики, свойства рассматриваемой технологии, оборудования, системы; $\xi_k = (k_0/k_2)$; k_2 – технологический предел; k_0 – начальное значение; $b = b_{fl} + b_\eta$; b_{fl} – характеристика изменения значения «идеальной» технологии; b_η – характеристика изменения состояния фактического технического уровня совершенства значения идеальной технологии; α – скорость изменения значений показателей технологии; t_0 – время начала рассмотрения процесса изменения технологии; t – время (затраты) действия технологии.

Единство феноменологических законов (Кузнецов, 2015; Putz, Koriath, Kuznetsov, 2019; Кузнецов, 2021; Кузнецов, 2024), описывающих процессы трансформации, преобразования, передачи различных форм и видов энергии, материалов, вещества и информации, определяет и обусловливается их независимостью от структуры, конструкции, компоновки, технического и технологического исполнения любого технологического оборудования и металлорежущих станков, в частности. Эта модель, как система содержит *начальные условия*, задаваемые величиной энергоинформационных потоков физических процессов, и *граничные условия*, которые определяются и зависят от достигаемых фактических и реализуемых значений параметров на пути преобразования энергоинформационных потоков. Тогда эволюция изменения и развития показателей и характеристик, содержательно отражающих этот процесс в течении заданного или требуемого периода рассмотрения,



а) **б)**

Рисунок 8. Нормированные значения S – образной и Z – образной функций – а), виды функции эффективности при различных соотношениях составляющих – б)

Figure 8. Normalized values of the S – shaped and Z–shaped functions – a), types of efficiency functions at different ratios of components – b)

Источник: *разработано автором*

© А.П. Кузнецов, 2024 г.

может быть описана (Кузнецов, 2015; Кузнецов, 2021; Putz, Koriath and Kuznetsov, 2019) нормированной зависимостью изменения эффективности вида:

$$U_e = \frac{E_{us}^f + E_{ch}^f}{(E_{us}^f)^{\mathrm{r}} + (E_{ch}^f)^{\mathrm{r}}} = \frac{E_{us}^f + E_{ch}^f}{E_{us}^f + (\Delta E_{k,n})_{us}^f + E_{ch}^f + (\Delta E_{k,n})_{ch}^f} = \frac{1}{1 + \frac{(\Delta E_{k,n})_{us}^f + (\Delta E_{k,n})_{ch}^f}{E_{us}^f + E_{ch}^f}} = \frac{1}{1 + \frac{\Delta E}{E_{us}}} \quad (5)$$

Анализ и обоснование для всех видов эффективностей показал аналогичность их типовых закономерностей изменения уровня эффективности применения ресурса (технологии). Следует особо отметить и подчеркнуть, что эта закономерность носит экспоненциальный характер *(рисунок 8б)* в отличие от S – образной кривой, принятой нами как характеристика развития любых технических, технологических и экономических систем. Экспоненциальная закономерность процесса поведения систем соответствует такому изменению, когда достижение предела или достижимого уровня значений происходит по пропорциональному и равномерному закону изменения и является теоретическим или идеальным пределом формы и вида скорости изменения поведения системы, когда не учитываются также изменения ни величины, ни вида изменения параметров, препятствующих этому – т.е. являются постоянной и линейной величиной.

Наиболее характерными являются следующие варианты рассмотрение изменения функции U_e, когда $k_2 = \Delta k_2$ и $F_n(t) = \Delta F_n(t)$, т.е. достижимый уровень совпадает с максимальным уровнем потерь, а их скорости изменения равны, и тогда $U_e = 0$.

$$U_e = \frac{1}{1 + \frac{\Delta E}{E_{us}}} = \frac{1}{1 + \frac{k_2 \cdot [1 - F_n(t)]}{k_2 \cdot [\xi_k + F_n(t)]}} = \frac{1}{1 + \frac{[1 - F_n(t)]}{[\xi_k + F_n(t)]}} \quad (6),$$

где $F_n(t) = \frac{1 - \xi_k}{1 + b \cdot \exp[-\alpha \cdot k_2 \cdot (1 - \xi_k) \cdot (t + t_{-t_0})]}$

Рассмотрим следующие случаи *(рисунок 8б)*, когда:

- $\Delta E = const$, $E_{us} = m \cdot t$;
- $\Delta E = const$, $E_{us} = k_2 \cdot [\xi_k + F_n(t)]$;
- $\Delta E = k_2 \cdot [1 - F_n(t)]$, $E_{us} = m \cdot t$;
- $\Delta E = k_2 \cdot [1 - F_n(t)]$, $E_{us} = k_2 \cdot [\xi_k + F_n(t)]$,

где m – масштабный фактор времени.

Значение функции U_e (величина безразмерная) не достигает своего максимально возможного значения равного единицы, что обусловлено достижимой возможностью технологического воплощения научно-технических знаний (экспериментальных, научных и иных) и конструкторско-технологических решений в объекты техники (технологическое оборудование, станки, механизмы, устройства, аппараты), которые реализуют физические принципы процессов и технологий. Этот показатель характеризует также степень совершенства развития науки, техники и технологий в рассматриваемой области производства.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Подход к оценке развития и закономерностей эволюции, на примере станков показал, что полученные выражения достаточно хорошо описывают причины и факторы, которые определяют особенности и принципы изменения такого поведения в направлениях совершенствования технологий, оборудования и систем. Выражение эффективности в виде приведенных зависимостей является универсальным методом оценки, поэтому применимо к анализу любых станков и систем, в том числе осуществляющих и одновременное преобразующих нескольких видов ресурсов. Этот метод дает возможность сопоставлять степень совершенства протекающих процессов, что обусловлено возможностью учета всех видов потерь как при переносе (передаче) энергии, материи и информации от источника к преобразующим механизмам и устройствам, системам, так и при преобразовании в них самих. Предложенные показатели эффективности имеют одну и ту же закономерность изменения, а их непропорциональность изменения друг относительно друга (в т.ч., учитывая принятый постулат их независимости) позволяют

© А.П. Кузнецов, 2024 г.

находить обоснования закономерностям изменения технологических укладов, а также границ их продолжительности, условий перехода, замены или исчезновения исходя из показателей свойств их эффективности энергетической, производительности или скорости изменения свойств, параметров и точности производственных систем. Кроме того, на этой методологической основе дополнительно можно будет рассмотреть их информационную эффективность и информационные методы их оценок.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Акаев А.А. Математические основы инновационно-циклической теории экономического развития Шумпетера – Кондратьева. В кн. Кондратьевские волны: аспекты и перспективы: ежегодник / Отв. ред. А.А. Акаев, Р.С. Гринберг, Л.Е. Гринин, А.В. Коротаев, С.Ю. Малков. Волгоград: Учитель, 2012. С. 314–341.
2. Глазьев С.Ю., Айвазов А.Э., Беликов В.А. Циклически – волновые теории экономического развития и перспективы мировой экономики. Предсказуемо ли среднесрочное и долгосрочное развитие мировой экономики // Труды ВЭО России. 2019. Т. 219. С. 177–211.
3. Глазьев С.Ю., Львов Д.С., Фетисов Г.Г. Эволюция технико-экономических систем: возможности и границы централизованного регулирования. Москва: Наука, 1992. 208 с.
4. Загорский Ф.Н. Очерки по истории металлорежущих станков. Москва: Изд-во Академии наук СССР, 1960. 282 с.
5. Зворыкин А.А., Осьмова Н.И., Чернышев В.И., Шухардин С.В. История техники. Москва: Соцэкгиз, 1962. 772 с.
6. Кузнецов А.П. Структуры процессов и оборудования для обработки резанием. Ч. 1.Структуры оборудования обработки резанием // Вестник машиностроения. 2015. № 2. С. 73–83.
7. Кузнецов А.П. Структуры процессов и оборудования обработки резанием. Часть 3. Модели и структуры обработки резанием // Вестник Машиностроения. 2015. № 4. С. 76–87.
8. Кузнецов А.П. Тенденции в развитии и эффективном производстве станков. Часть 2. Энергоинформационная модель // Станкоинструмент. 2021. № 3 (24). С. 30–43. https://doi.org/10.22184/2499–9407.2021.24.3.30.43
9. Кузнецов А.П. Технологический суверенитет в станкостроении. Состояние и развитие // Станкоинструмент. 2024. № 2. С. 34–55. https://doi.org/10.22184/2499–9407.2024.35.2.34.55
10. Малышев В.И. Очерки истории науки о резании материалов. Тольятти: ТГУ, 2011. 216 с.
11. Партон В.З. Механика разрушения: От теории к практике. Москва: Наука, 1990. 240 с.
12. Развитие науки о резании металлов / пред. ред. Н.Н. Зорев. Москва: Машиностроение, 1967. 416 с.
13. Смил В. От микроорганизмов до мегаполисов. Поиск компромисса между прогрессом и будущим планеты. Москва: ЭКСМО, 2023. 704 с.
14. Сухарев О.С. «Экономика технологий» как направление науки: ретроспектива и перспектива // Экономика науки. 2024a. № 10(1). С. 41–53. https://doi.org/10.22394/2410–132X-2024-10-1-41-53
15. Сухарев О.С. Измерение технологического развития: проблемы и способы их преодоления // Станкоинструмент. 2024b. № 3. С. 26–55. https://doi.org/10.22184/2499–9407.2024.36.3.26.32
16. Челюсткин А.Н. Теория резания. Москва: Госмашметиздат, 1933. 270 с.
17. Ashby M.F. Materials selection in mechanical design. Oxford: Pergamon Press,2005. 604 p.
18. Attia H., Sadek A., Altintas Y., et al. Physics based models for characterization of machining performance – A critical review // CIRP Journal of Manufacturing Science and Technology. 2024. № 51. P. 161–189. https://doi.org/10.1016/j.cirpj.2024.04.008
19. Carlson Bo. The Development and Use of Machine Tools in Historical Perspective // IUI Working Paper. 1983. № 97, The Research Institute of Industrial Economics (IUI), Stockholm
20. Dornfeld D., Lee D-E. Precision Manufacturing. New York: Springer, 2008. 775 p. https://doi.org/10.1007/978-0-387-68208-2
21. Grzesik W. Advanced Machining Processes of Metallic Materials. Theory, Modelling, and Applications, Elsevier B.V., 2017. 578 p.
22. Kalpakjian S., Schmid S.R. Manufacturing engineering and technology. Prentice Hall, 2009. 1180 p.
23. Kuznetsov A.P., Koriath H.J. A new systematic approach to the description of processes and their classification. 14th Global Conference on Sustainable Manufacturing, GCSM 3–5 October 2016,

© А.П. Кузнецов, 2024 г.

Stellenbosch, South Africa // Procedia Manufacturing. 2017. Vol. 8. P. 199–206. https://doi.org/10.1016/j.promfg.2017.02.025
24. Kuznetsov A.P., Koriath H.-J. Energy – information regularities of increasing productivity in metalworking machine tools. IV International Conference "Modeling of Nonlinear Processes and Systems", MNPS-2019 // EPJ Web of Conferences. 2019. Vol. 224. P. 1–8. https://doi.org/10.1051/epjconf/201922405008
25. McNei Ian. An Encyclopedia of the History of Technology. London: Taylor & Francis, 1990. 1088 p.
26. Putz M., Koriath H.-J., Kuznetsov A.P. Resource consumption classes of machine tools. Special Issue. HSM 2019 15th International Conference on High Speed Machining October 8–9, 2019, Prague, Czech Republic // MM Science Journal. P. 3301–3309. https://doi.org/10.17973/MMSJ.2019_11_2019085
27. Zhang C., Yang J. A History of Mechanical Engineering. Singapore: Springer, 2020. 555 p. https://doi.org/10.1007/978-981-15-0833-2

Информация об авторе

Кузнецов Александр Павлович – доктор технических наук, профессор, профессор кафедры «Металлорежущие станки», факультет Машиностроительные технологии, МГТУ им. Н. Баумана (национальный исследовательский университет); SPIN-код РИНЦ: 8565–5652, Scopus Author ID: 57205242165, ORCID: 0000-0001-8398-337X (Российская Федерация, 105005, Москва, 2-я Бауманская ул., д. 5, стр. 1; e-mail: apk_53@mail.ru).

REFERENCES

1. Akayev, A.A. (2012). Mathematically based empiric-cyclic theories, and climatological developments Schumpeter-Kondratyeva. In Kondratiev Waves: Aspects and Prospects: Yearbook / Rev. red. A.A. Akayev, R.S. Greenberg, L. Well. Grinin, A.V. Korotayev, S.Yu. Malkov. Volgograd: Uchitel, 314–341. (in Russ)
2. Ashby, M. F. (2005). *Materials selection in mechanical design*. Oxford: Pergamon Press.
3. Attia, H., Sadek, A., Altintas, Y., et al. (2024). Physics based models for characterization of machining performance – A critical review. *CIRP Journal of Manufacturing Science and Technology*, 51, 161–189. https://doi.org/10.1016/j.cirpj.2024.04.008
4. Carlson, Bo (1983). The Development and Use of Machine Tools in Historical Perspective, *IUI Working Paper*, 97. Research Institute of Industrial Economics, Stockholm
5. Chelyustkin, A.N. (1933). Theory of cutting. Moscow: Gosmashmetizdat. (in Russ)
6. Development of the science of metal cutting / Ed. N.N. Zorev. Moscow: Mechanical Engineering (1967). (in Russ)
7. Dornfeld, D., Lee, D-E. (2008). *Precision Manufacturing*. New York: Springer https://doi.org/10.1007/978-0-387-68208-2
8. Glazev, S.Yu. Aivazov, A.E., Belikov, V.A. (2019). Cyclical - wave theories of economic development and prospects of the world economy. Is the medium-term and long-term development of the world economy predictable? *Scientific Works of The Free economic Society of Russia*, 219, 177–211. (in Russ)
9. Glazev, S.Yu., L'vov, D.S., Fetisov, G.G. (1992). *Evolution of technical and economic systems: possibilities and limits of centralized regulation*. Moscow: Nauka. (in Russ)
10. Grzesik, W. (2017). Advanced Machining Processes of Metallic Materials. Theory, Modelling, and Applications, Elsevier B.V.
11. Kalpakjian, S., Schmid, S.R. (2009). *Manufacturing engineering and technology*. Prentice Hall.
12. Kuznetsov, A.P. (2015). Structure of cutting processes and equipment. Part 1. Energy-information model of the structure of machining processes. *Journal of Mechanical Engineering*, 2, 73–83. (in Russ)
13. Kuznetsov, A.P., Koriath, H.J. (2017). A new systematic approach to the description of processes and their classification. 14th Global Conference on Sustainable Manufacturing, GCSM 3-5 October 2016, Stellenbosch, South Africa. *Procedia Manufacturing,* 8, 199–206. https://doi.org/10.1016/j.promfg.2017.02.025
14. Kuznetsov, A.P., Koriath, H.J. (2019). Energy – information regularities of increasing productivity in metalworking machine tools. IV International Conference "Modeling of Nonlinear Processes and Systems", MNPS-2019. *EPJ Web of Conferences*, 224, 1–8. https://doi.org/10.1051/epjconf/201922405008
15. Kuznetsov, A.P. (2015). Structures of processes and equipment for cutting processing. Part 3. Energy informational model of structure of manufacturing processes. *Journal of Mechanical Engineering*, 4, 76–87. (in Russ)

© А.П. Кузнецов, 2024 г.

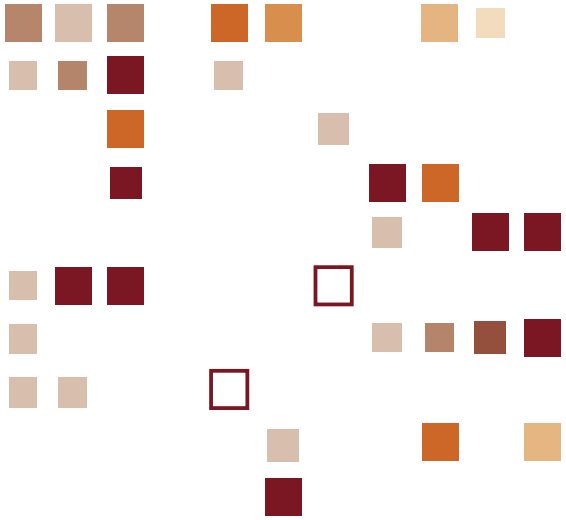
16. Kuznetsov, A.P. (2021). Tendencies in the development and efficient production of machine tools. Part 2. Energy information model. *Stankoinstrument,* 3, 30–43. https://doi.org/10.22184/2499-9407.2021.24.3.30.43 (in Russ)
17. Kuznetsov, A.P. (2024). Technological sovereignty in factories. Space and development. *Stankoinstrument*, 2, 4–55. https://doi.org/10.22184/2499-9407.2024.35.2.34.55 (in Russ)
18. Malyshev, V.I. (2011). Essays on the history of the science of cutting materials. Tolyatti: TGI (in Russ)
19. McNei, Ian. (1990). *An Encyclopedia of the History of Technology*. London: Taylor & Francis.
20. Parton, V.Z. (1990). *Mechanics of destruction: from theories to practices*. Moscow: Nauka. (in Russ)
21. Putz, M., Koriath, H.-J., Kuznetsov, A.P. (2019). Resource consumption classes of machine tools. Special Issue. HSM 2019 15th International Conference on High Speed Machining October 8-9, 2019, Prague, Czech Republic. *MM Science Journal,* 3301–3309. https://doi.org/10.17973/MMSJ.2019_11_2019085
22. Smil, V. (2023). *From microorganism to megalopolis. You asked for a compromise between progress and Budweiser planetary*. Moscow: Eksmo. (in Russ)
23. Sukharev, O.S. (2024a). "Economics of technology" as a direction of science: retrospective and perspective. *Economics of Science*, 10(1), 41–53. https://doi.org/10.22394/2410-132X-2024-10-1-41-53 (in Russ)
24. Sukharev, O.S. (2024b). Measuring Technological Development: Problems and Ways to Overcome Them. *Stankoinstrument*, 3, 26-55. https://doi.org/10.22184/2499-9407.2024.36.3.26.32 (in Russ)
25. Zagorsky, F.N. (1960). *Essays on the history of metal-cutting machines*. Moscow: Publishing House of the USSR Academy of Sciences. (in Russ)
26. Zhang, C., Yang, J. (2020). *A History of Mechanical Engineering*. Singapore: Springer. https://doi.org/10.1007/978-981-15-0833-2
27. Zvorykin, A.A., Osmova, N.I., Chernyshev, V.I., Shukhardin, S.V. *History of technology*. Moscow: Sotsekgiz. (in Russ)

Author

Alexander P. Kuznetsov – Doctor of Technical Sciences, Professor, Professor of the Department of Machine tools, Faculty of Mechanical Engineering Technologies, Bauman Moscow State Technical University (National Research University); SPIN-code of the RSCI: 8565–5652, Scopus Author ID: 57205242165, ORCID: 0000-0001-8398-337X (5, building 1, 2nd Baumanskaya str., Moscow, 105005, Russian Federation; e-mail: apk_53@mail.ru).

Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.
The author declares no conflict of interest.
Поступила в редакцию (Received) 08.10.2024
Поступила после рецензирования (Revised) 20.11.2024
Принята к публикации (Accepted) 06.12.2024

© А.П. Кузнецов, 2024 г.

ЭКОНОМИКА НАУКИ

ECONOMICS OF SCIENCE