

ВОПРОСЫ СТАТИСТИКИ

Том 29 № 6 2022

НАУЧНО-ИНФОРМАЦИОННЫЙ ЖУРНАЛ

Издаётся с января 1919 г. (до 1994 г. — «Вестник статистики»)

Префикс DOI: 10.34023

УЧРЕДИТЕЛЬ: Федеральная служба государственной статистики (Росстат)

ГЛАВНЫЙ РЕДАКТОР: Б.Т. Рябушкин — д. э. н., профессор, АНО ИИЦ «Статистика России» (г. Москва, Россия)

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

Э. Аршамбо — д. н., почетный профессор, Университет Париж 1 — Пантеон-Сорбонна (г. Париж, Франция)

В.Н. Афанасьев — д. э. н., профессор, Оренбургский государственный университет (г. Оренбург, Россия)

О.Э. Башина — д. э. н., профессор, Московский гуманитарный университет (г. Москва, Россия)

В.В. Глинский — д. э. н., профессор, Новосибирский государственный университет экономики и управления «НИНХ» (г. Новосибирск, Россия)

Л.М. Гохберг — д. э. н., профессор, Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики» (г. Москва, Россия)

И.И. Елисеева — д. э. н., профессор, член-корреспондент РАН, Санкт-Петербургский государственный экономический университет (г. Санкт-Петербург, Россия)

М.Р. Ефимова — д. э. н., профессор, независимый эксперт (г. Москва, Россия)

Е.С. Заварина — к. э. н., доцент, НИИ статистики Росстата (г. Москва, Россия)

Е.В. Зарова — д. э. н., профессор, ГБУ «Аналитический центр» Правительства города Москвы, Российский экономический университет им. Г.В. Плеханова (г. Москва, Россия)

Ю.Н. Иванов — д. э. н., профессор, Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова (г. Москва, Россия)

М.В. Карманов — д. э. н., профессор, Российский экономический университет им. Г.В. Плеханова (г. Москва, Россия)

А.Е. Косарев — к. э. н., Статкомитет СНГ (г. Москва, Россия)

А.С. Крупкина — к. э. н., Центральный банк Российской Федерации (г. Москва, Россия)

РЕДАКЦИОННЫЙ СОВЕТ:

А.Г. Аганбегян — д. э. н., профессор, академик РАН, Российская академия народного хозяйства и государственной службы при Президенте Российской Федерации (г. Москва, Россия)

С.С. Галкин — руководитель Федеральной службы государственной статистики (г. Москва, Россия)

С.Н. Егоренко — заместитель руководителя Федеральной службы государственной статистики (г. Москва, Россия)

К.Э. Лайкам — д. э. н., к. т. н., Председатель Межгосударственного статистического комитета Содружества Независимых Государств (г. Москва, Россия)

В.Л. Макаров — д. ф.-м. н., академик РАН, научный руководитель Центрального экономико-математического института РАН (г. Москва, Россия)

П.В. Малков — губернатор Рязанской области (г. Рязань, Россия)

И.В. Медведева — Председатель Национального статистического комитета Республики Беларусь (г. Минск, Республика Беларусь)

А.Д. Некипелов — д. э. н., академик РАН, директор Московской школы экономики Московского государственного университета им. М.В. Ломоносова (г. Москва, Россия)

РЕДАКЦИЯ:

В.П. Шулаков — заместитель главного редактора, АНО ИИЦ «Статистика России» (г. Москва, Россия)

О.В. Ерёмкина — к. п. н., ответственный секретарь, АНО ИИЦ «Статистика России» (г. Москва, Россия)

В.С. Мхитарян — д. э. н., профессор, Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики» (г. Москва, Россия)

Л.И. Ниворожкина — д. э. н., профессор, Ростовский государственный экономический университет (г. Ростов-на-Дону, Россия)

О.С. Олейник — д. э. н., Волгоградский институт управления — филиал Российской академии народного хозяйства и государственной службы при Президенте Российской Федерации (г. Волгоград, Россия)

Й. Оленьски — д. н., профессор, Университет им. Р. Лазарского (г. Варшава, Польша)

А.Н. Пономаренко — к. э. н., профессор, Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики» (г. Москва, Россия)

Н.А. Садовникова — д. э. н., профессор, Российский экономический университет им. Г.В. Плеханова (г. Москва, Россия)

М.Д. Симонова — д. э. н., профессор, Московский государственный институт международных отношений (университет) Министерства иностранных дел Российской Федерации (г. Москва, Россия)

А.Е. Суринов — д. э. н., профессор, Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики» (г. Москва, Россия)

А.А. Татаринов — д. э. н., профессор, Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики» (г. Москва, Россия)

Ш. Упадхья — Ph. D. (экон. статистика), независимый эксперт (г. Вена, Австрия)

А. Ямагути — д. н., профессор, Международный университет Кюсю (г. Китакаюсю, Япония)

С.М. Окладников — к. т. н., заместитель руководителя Федеральной службы государственной статистики; научный руководитель базовой кафедры статистики и математических методов в государственном управлении, Российская академия народного хозяйства и государственной службы при Президенте Российской Федерации (г. Москва, Россия)

Г.К. Оксенюйт — начальник управления международной статистики, Федеральная служба государственной статистики (г. Москва, Россия)

Б.Т. Рябушкин (председатель редакционного совета) — д. э. н., профессор, АНО ИИЦ «Статистика России» (г. Москва, Россия)

П.А. Смелов — к. э. н., заместитель руководителя Департамента экономической политики и развития города Москвы, Правительство Москвы (г. Москва, Россия)

Е.Г. Ясин — д. э. н., профессор, почетный научный руководитель Национального исследовательского университета «Высшая школа экономики» (г. Москва, Россия)

ИЗДАТЕЛЬ:

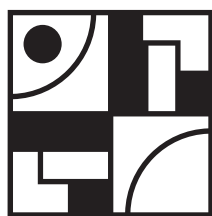
АНО ИИЦ «Статистика России»

Адрес редакции и издателя: 107450, Россия, г. Москва, ул. Мясницкая, д. 39, стр. 1

Телефоны: +7 (495) 607 48 90; +7 (495) 607 49 41

E-mail: voprstat@yandex.ru. Сайт: <http://voprstat.elpub.ru>.

Цена свободная. Периодичность — 6 выпусков в год.



VOPROSY STATISTIKI

Vol. 29 No. 6 2022

SCIENTIFIC AND INFORMATION JOURNAL

Published since January 1919 (up to 1994 – «Vestnik Statistiki»)

DOI prefix: 10.34023

FOUNDER: Federal State Statistics Service (Rosstat)

EDITOR-IN-CHIEF: B.T. Ryabushkin – Dr. of Sci. (Econ.), Professor, Information and Publishing Center «Statistics of Russia» (Moscow, Russia)

EDITORIAL BOARD:

V.N. Afanas'ev – Dr. of Sci. (Econ.), Professor, Orenburg State University (Orenburg, Russia)

E. Archambault – Dr. of Econ., Emeritus Professor, Université de Paris 1 Panthéon-Sorbonne (Paris, France)

O.E. Bashina – Dr. of Sci. (Econ.), Professor, Moscow University for the Humanities (Moscow, Russia)

M.R. Efimova – Dr. of Sci. (Econ.), Professor, Independent Expert (Moscow, Russia)

I.I. Eliseeva – Dr. of Sci. (Econ.), Professor, Corresponding Member of Russian Academy of Sciences, Saint-Petersburg State University of Economics (Saint-Petersburg, Russia)

V.V. Glinskiy – Dr. of Sci. (Econ.), Professor, Novosibirsk State University of Economics and Management (Novosibirsk, Russia)

L.M. Gokhberg – Dr. of Sci. (Econ.), Professor, National Research University Higher School of Economics (Moscow, Russia)

Yu.N. Ivanov – Dr. of Sci. (Econ.), Professor, Lomonosov Moscow State University (Moscow, Russia)

M.V. Karmanov – Dr. of Sci. (Econ.), Professor, Plekhanov Russian University of Economics (Moscow, Russia)

A.E. Kosarev – Cand. of Sci. (Econ.), Statistical Committee of the Commonwealth of Independent States (Moscow, Russia)

A.S. Krupkina – Cand. of Sci. (Econ.), Central Bank of the Russian Federation (Moscow, Russia)

V.S. Mkhitarian – Dr. of Sci. (Econ.), Professor, National Research University Higher School of Economics (Moscow, Russia)

L.I. Nivorozhkina – Dr. of Sci. (Econ.), Professor, Rostov State University of Economics (Rostov-on-Don, Russia)

EDITORIAL COUNCIL:

A.G. Aganbegyan – Dr. of Sci. (Econ.), Professor, Academician of the RAS, Russian Presidential Academy of National Economy and Public Administration (Moscow, Russia)

S.N. Egorenko – Deputy Head, Federal State Statistics Service (Moscow, Russia)

S.S. Galkin – Head, Federal State Statistics Service (Moscow, Russia)

K.E. Laykam – Dr. of Sci. (Econ.), Cand. of Sci. (Tech.), Chairman, Interstate Statistical Committee of the Commonwealth of Independent States (Moscow, Russia)

V.L. Makarov – Dr. of Sci. (Phys.-Math.), Academician of the RAS, Scientific Adviser, Central Economics and Mathematics Institute of the RAS (Moscow, Russia)

P.V. Malkov – Governor of the Ryazan Region (Ryazan, Russia)

I.V. Medvedeva – Chairperson, National Statistical Committee of the Republic of Belarus (Minsk, Republic of Belarus)

A.D. Nekipelov – Dr. of Sci. (Econ.), Academician of the RAS, Director, Moscow School of Economics of the Lomonosov Moscow State University (Moscow, Russia)

EDITORIAL TEAM:

V.P. Shulakov – Deputy Editor-in-Chief, Information and Publishing Center «Statistics of Russia» (Moscow, Russia)

O.V. Eremkina – Cand. of Sci. (Ped.), Executive Secretary, Information and Publishing Center «Statistics of Russia» (Moscow, Russia)

O.S. Oleinik – Dr. of Sci. (Econ.), Professor, Volgograd Institute of Management, Branch of the Russian Presidential Academy of National Economy and Public Administration (Volgograd, Russia)

J. Oleński – Dr. of Econ., Professor, Lazarski University (Warsaw, Poland)

A.N. Ponomarenko – Cand. of Sci. (Econ.), Professor, National Research University Higher School of Economics (Moscow, Russia)

N.A. Sadovnikova – Dr. of Sci. (Econ.), Professor, Plekhanov Russian University of Economics (Moscow, Russia)

M.D. Simonova – Dr. of Sci. (Econ.), Professor, Moscow State Institute of International Relations (University) of the Ministry of Foreign Affairs of the Russian Federation (Moscow, Russia)

A.Ye. Surinov – Dr. of Sci. (Econ.), Professor, National Research University Higher School of Economics (Moscow, Russia)

A.A. Tatarinov – Dr. of Sci. (Econ.), Professor, National Research University Higher School of Economics (Moscow, Russia)

S. Upadhyaya – Ph. D. (Econ. Stat.), Independent Expert (Vienna, Austria)

A. Yamaguchi – Dr. of Econ., Professor, Kyushu International University (Kitakyushu, Japan)

E.V. Zarova – Dr. of Sci. (Econ.), Professor, State Budgetary Institution «Analytical Center»; Plekhanov Russian University of Economics (Moscow, Russia)

E.S. Zavarina – Cand. of Sci. (Econ.), Associate Professor, Research Institute of Statistics of Rosstat (Moscow, Russia)

S.M. Okladnikov – Cand. of Sci. (Tech.), Deputy Head, Federal State Statistics Service; Scientific Head, Basic Department of Statistics and Mathematical Methods in Public Administration, Russian Presidential Academy of National Economy and Public Administration (Moscow, Russia)

G.K. Oksenoyt – Department Head, International Statistics Department, Federal State Statistics Service (Moscow, Russia)

B.T. Ryabushkin (Chairman of the Editorial Council) – Dr. of Sci. (Econ.), Professor, Information and Publishing Centre «Statistics of Russia» (Moscow, Russia)

P.A. Smelov – Cand. of Sci. (Econ.), Deputy Head, Department of Economic Policy and Development of Moscow, Moscow Government (Moscow, Russia)

E.G. Yasin – Dr. of Sci. (Econ.), Professor, Honorary Academic Supervisor, National Research University Higher School of Economics (Moscow, Russia)

PUBLISHER:

Information and Publishing Center «Statistics of Russia»

Address of Editorial Office and Publisher: 39, Myasnitskaya Str., Bldg. 1, Moscow, 107450, Russia

Phone: +7 495 607 48 90, +7 495 607 49 41

E-mail: voprstat@yandex.ru. Website: <http://voprstat.elpub.ru>.

Free price. Publication frequency – 6 issues per year.

В НОМЕРЕ:

ВОПРОСЫ МЕТОДОЛОГИИ

- К вопросу об ограничениях аксиоматической и экономической теорий индексов цен.
Ю.Н. Иванов, Т.А. Хоменко 5
- Типология данных с использованием технологий разделения смесей вероятностных
распределений. В.В. Глинский, Ю.Н. Исмайлова, С.Е. Хрущев, Л.К. Серга 11

СТАТИСТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ В СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЯХ

- Социально-экономическое развитие России в условиях мирового кризиса
и санкционных войн в 2021–2022 годах. А.А. Френкель, Б.И. Тихомиров, А.А. Сурков 25
- Связь между Индустрией 4.0 и устойчивым производством: анализ результатов
обследования предприятий обрабатывающей промышленности. И.С. Лола, М.Б. Бакеев 44

В ПОРЯДКЕ ОБСУЖДЕНИЯ

- Направления статистического изучения внедрения передовых производственных
технологий в России. Л.В. Уманец 59

НАУКА И ОБРАЗОВАНИЕ

- Подготовка IT-специалистов в российских вузах: статистический анализ. А.В. Меликян 74

ХРОНИКА, ИНФОРМАЦИЯ

- Комплексный взгляд на ситуацию с материнством и детством 84
- VII Научно-практическая конференция аналитиков России «Новое мироустройство.
Роль и место России» 85

ЖУРНАЛ «ВОПРОСЫ СТАТИСТИКИ» В 2022 ГОДУ

- Предметно-алфавитный указатель опубликованных статей и материалов (т. 29, № 1–6) 87

IN THIS ISSUE:

QUESTIONS OF METHODOLOGY

- About Limitations of the Axiomatic and Economic Theories of Price Indices. **Yu.N. Ivanov, T.A. Khomenko** 5
- Data Typology Using Technologies for Separating Mixtures of Probability Distributions. **V.V. Glinskiy, Yu.N. Ismaiylva, S.E. Khrushchev, L.K. Serga** 11

STATISTICAL METHODS IN SOCIO-ECONOMIC STUDIES

- Socio-Economic Development of Russia amid Global Crisis and Sanctions Wars in 2021–2022. **A.A. Frenkel, B.I. Tikhomirov, A.A. Surkov** 25
- The Link Between Industry 4.0 and Sustainable Manufacturing: An Analysis of the Results of a Survey of Manufacturing Enterprises. **I.S. Lola, M.B. Bakeev** 44

IN THE COURSE OF DISCUSSION

- Directions of Statistical Study of the Implementation of Advanced Production Technologies in Russia. **L.V. Umanets** 59

SCIENCE AND EDUCATION

- Training of IT-Specialists in Russian Universities: Statistical Analysis. **A.V. Melikyan** 74

CHRONICLE, INFORMATION

- Comprehensive Viewpoint on the Situation with Motherhood and Childhood 84
- VII Scientific and Practical Conference of Analysts of Russia «New World Order. The Role and Place of Russia» 85

VOPROSY STATISTIKI IN 2022

- Subject-Alphabetical Index of Articles and Materials Published (Vol. 29, No. 1–6) 87

К вопросу об ограничениях аксиоматической и экономической теорий индексов цен

Юрий Николаевич Иванов^{а)},
Татьяна Алексеевна Хоменко^{б)}

^{а)} Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, г. Москва, Россия;

^{б)} Межгосударственный статистический комитет Содружества Независимых Государств, г. Москва, Россия

В статье рассматриваются положения аксиоматической теории индексов Фишера, являющейся важным разделом современной теории статистики цен и международных сопоставлений ВВП по паритетам покупательной способности валют. Международные рекомендации по исчислению индекса потребительских цен и по методологии международных сопоставлений ВВП, предлагая различные формулы индексов, опираются на постулаты аксиоматической теории, хотя некоторые требования к формулам индексов не совместимы друг с другом. Формула индекса Фишера удовлетворяет требованию обратимости во времени и требованию обратимости факторов, но не удовлетворяет требованию аддитивности и транзитивности, и поэтому не может быть использована в многосторонних сопоставлениях ВВП. Но самое главное, целый ряд видных теоретиков в области теории индексов считают, что индекс Фишера не имеет ясного экономического обоснования. В статье отмечается, что аксиоматическая теория не рассматривает важные проблемы статистики и является результатом применения формально математического подхода. Тем не менее, необходимо учитывать постулаты этой теории для интерпретации рекомендуемых и публикуемых формул индексов.

Ключевые слова: теория индексов, аксиоматическая теория индексов, индекс потребительских цен (ИПЦ), транзитивность, аддитивность, международные сопоставления ВВП, формула индекса.

JEL: C43, E30, E31, O47.

doi: <https://doi.org/10.34023/2313-6383-2022-29-6-5-10>.

Для цитирования: Иванов Ю.Н., Хоменко Т.А. К вопросу об ограничениях аксиоматической и экономической теорий индексов цен. Вопросы статистики. 2022;29(6):5–10.

About Limitations of the Axiomatic and Economic Theories of Price Indices

Yuriy N. Ivanov^{а)},
Tat'yana A. Khomenko^{б)}

^{а)} Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russia;

^{б)} Interstate Statistical Committee of the Commonwealth of Independent States (CIS-Stat), Moscow, Russia

The article considers provisions of axiomatic theory of Fisher indices, which is an important part of modern theory of price statistics and GDP international comparisons based on purchasing power parities. International recommendations concerning the computation of CPI and international comparisons of GDP, proposing different index formulas, are based on provisions of axiomatic theory although some requirements for index formulas are not consistent with each other. The Fisher index formula meets time reversal and factor reversal requirements but fails to meet additivity and transitivity requirements and for these reasons cannot be used for multilateral comparisons of GDP. Most importantly, many experts in index theory believe that Fisher index does not have economic foundation. It is noted that axiomatic theory does not deal with many important problems of price statistics and represents the result of application of formal mathematical approach. Nevertheless, it is useful to take into account the provisions of this theory when interpreting recommended and published index formulas.

Keywords: index theory, axiomatic index theory, consumer price index (CPI), transitivity, additivity, GDP international comparisons, index formula.

JEL: C43, E30, E31, O47.

doi: <https://doi.org/10.34023/2313-6383-2022-29-6-5-10>.

For citation: Ivanov Yu.N., Khomenko T.A. About Limitations of the Axiomatic and Economic Theories of Price Indices. *Voprosy Statistiki*. 2022;29(6):5–10. (In Russ.)

Введение

В современной теории индексов цен важное место занимают аксиоматическая и экономическая теории индексов, которые рассматривают достоинства и недостатки формул индексов с различной точки зрения. Так аксиоматическая теория формулирует требования к формулам индексов, которые должны обеспечить их логическую согласованность. Основной постулат экономической теории состоит в том, что для определения истинного индекса цен необходимо сопоставить расходы домашних хозяйств в текущем и базисном периодах при условии, что они обеспечивают равную полезность. Обе теории имеют свои ограничения, но понимание положений этих теорий важно для интерпретации формул индексов, используемых на практике, в частности индекса Фишера. Положения этих теорий обсуждались в статьях и монографиях ведущими экспертами мира в области теории индексов, в частности Р. Стоуном, И. Кревисом, Э.Б. Ершовым. Современная методология исчисления индекса потребительских цен (ИПЦ), опирающаяся на международные рекомендации, сформулирована с учетом требований аксиоматической теории индексов. Они касаются выбора формул индексов, применяемых на различных уровнях агрегирования потребительской корзины и взаимосвязей между ними. Формулы индексов, применяемые в международных сопоставлениях ВВП по паритетах покупательной способности валют, разработаны с учетом положений аксиоматической теории. Цель настоящей статьи состоит в том, чтобы критически рассмотреть положения этих теорий, привлечь внимание читателя к этой теме и инициировать ее обсуждение.

Основные положения аксиоматической и экономической теорий

Аксиоматическая теория индексов, сформулированная И. Фишером и рядом его последователей, является важным элементом современной статистики цен [1]. Ее положения рассматриваются в Руководстве МОТ по исчислению индекса потребительских цен [2] и в статьях многих экспертов по вопросам теории индексов. При этом их комментарии по ряду положений этой теории и выводы на ее основе часто заметно различаются. В частности, это касается формулы индекса Фи-

шера, выведенной в соответствии с положениями этой теории.

В упомянутом Руководстве МОТ по исчислению ИПЦ особенности формул Ласпейреса, Пааше, Фишера, Торнквиста, Уолша, Лоу, Эджвота-Маршала и сфера их применения обсуждаются в контексте положений аксиоматической теории индексов. В теории и методологии международных сопоставлений ВВП по паритетах покупательной способности валют (ППС) также предусмотрено применение большого числа формул индексов цен. В дополнение к формулам индексов, используемым при исчислении ИПЦ, применяются их модификации или совсем другие формулы. Выбор формулы индексов для решения той или иной задачи исчисления ППС во многом определяется ее соответствием положениям аксиоматической теории индексов.

Аксиоматическая теория индексов Фишера представляет собой ряд логически выведенных требований к формулам индексов (именуемых тестами), применение которых должно обеспечить соответствие исчисляемых индексов элементарной логике [3]. Например, индекс цен за определенный период должен быть согласован с индексами цен для отдельных частей этого периода, или сопоставление цен текущего периода с ценами базисного периода не должно противоречить сопоставлению цен базисного периода с ценами текущего периода.

Другими словами, цель аксиоматической теории индексов состоит в том, чтобы сформулировать такие требования к формулам индексов, которые позволяют определить адекватность той или иной формулы решению конкретной задачи, сферу применения формулы, обеспечить логическое соответствие между сопряженными индексами; например, между индексом цен для некоторой совокупности товаров (розничный товарооборот) и ее частей (продовольственные и непродовольственные товары).

При этом аксиоматическая теория не рассматривает многие важные вопросы теории статистики цен. Например, она не рассматривает вопрос об отражении в индексах цен изменения качества товаров, вопрос об эффекте Гершенкрона, в соответствии с которым индексы по формуле Ласпейреса систематически выше индексов, исчисленных по формуле Пааше. С точки зрения аксиоматической теории оба эти индекса имеют ограничения, которые могут быть преодолены с помощью формулы индекса Фишера.

Таким образом, в основе аксиоматической теории лежит формально математический подход, применение которого иногда приводит к спорным выводам. Тем не менее, как отмечено выше, современная теория индексов цен оперирует положениями аксиоматической теории, и ее полезно иметь в виду для того, чтобы понять особенности той или иной публикуемой и рекомендуемой формулы и сферу ее применения. Это не исключает критического осмысления и понимания ограничений аксиоматической теории.

Наиболее важными требованиями к формулам индексов являются следующие [2, 3]:

- а) требование обратимости во времени; применительно к международным сопоставлениям ВВП — требование независимости от выбора базисной страны;
- б) требование обратимости факторов;
- в) требование транзитивности;
- г) требование аддитивности;
- д) требование независимости значения индекса от единиц измерения товаров-представителей;
- е) требование граничных значений истинного индекса.

Ниже подробно рассматривается каждое из этих требований.

Требование обратимости во времени означает, что измерение динамики цен и количеств не должно зависеть от того, происходит ли сравнение цен текущего периода с базисным или наоборот — цен базисного периода с текущим. Математически это требование можно записать следующим образом:

$$I_{1/0} \times I_{0/1} = 1,$$

где $I_{1/0}$ — индекс цен текущего периода к базисному; $I_{0/1}$ — индекс цен базисного периода к текущему периоду.

Требование обратимости факторов означает, что индекс стоимости какого-либо показателя (например, ВВП) должен быть равен произведению индексов цен и физического объема. Математически это требование можно записать следующим образом:

$$I_{qp} = I_q \times I_p,$$

где I_{qp} — индекс стоимости ВВП; I_q — индекс физического объема ВВП; I_p — индекс цен ВВП.

Требование транзитивности означает, что используемые формулы должны обеспечить согласованность индексов, исчисленных для различных периодов; например, для периодов 0, 1, 2 и 3. Математически это требование можно представить следующим образом:

$$I_{3/0} = I_{3/2} \times I_{2/1} \times I_{1/0},$$

где $I_{3/0}$ — индекс цен периода 3 к периоду 0; $I_{3/2}$ — индекс цен периода 3 к периоду 2; $I_{2/1}$ — индекс цен периода 2 к периоду 1; $I_{1/0}$ — индекс цен периода 1 к периоду 0.

Требование аддитивности означает, что индекс, исчисленный для какого-либо показателя в целом, должен быть согласован с индексами, исчисленными для его компонентов. Например, индекс цен розничного товарооборота должен быть согласован с индексами цен продовольственных и непродовольственных товаров.

Требование независимости значения индекса от единиц измерения товаров-представителей означает, что применяемая формула индекса должна обеспечивать результат, который не зависит от того, в каких единицах измерены товары-представители (в тоннах, метрах, штуках).

Требование граничных значений истинного индекса состоит в том, что граничными значениями истинного индекса должны быть индексы Ласпейреса и Пааше. Отметим, что индекс по формуле Торнквиста может давать значения, которые выходят за рамки индексов Ласпейреса и Пааше.

Следует отметить, что не существует ни одной формулы индекса, которая удовлетворяет всем требованиям аксиоматической теории индексов. Кроме того, некоторые требования не совместимы друг с другом. Например, формула индекса Ласпейреса удовлетворяет требованию аддитивности, но не удовлетворяет требованию обратимости во времени. И. Фишер отдавал предпочтение требованиям обратимости во времени и обратимости факторов. Формула индекса Фишера удовлетворяет этим двум требованиям, однако она не удовлетворяет требованию аддитивности и требованию транзитивности. Кроме того, по мнению ряда экспертов в области теории индексов (например, по мнению Р. Стоуна, лауреата Нобелевской премии по экономике), формула индекса Фишера лишена ясного экономического

го содержания и представляет собой лишь технический инструмент получения однозначного значения индекса. Ограничения индекса Фишера рассматриваются Э.Б. Ершовым в его монографии «Ситуационная теория индексов цен и количеств» [4]. Критиком индекса Фишера был известный советский статистик В.Н. Старовский, в течение нескольких десятилетий руководивший ЦСУ СССР [5]. Заметим, что сам И. Фишер считал, что его индекс с одинаковым успехом может быть использован для измерений любых процессов, а не только динамики цен, так как в его основе лежит абстрактная математика.

Следует отметить, что согласно преобладающей точке зрения упомянутый выше эффект Гершенкрона искажает значения индексов и его следует исключить из показателей измерений динамики показателей, но доказать эти предположения невозможно, с ними можно лишь соглашаться или не соглашаться. Формула индекса Фишера исключает этот эффект, и поэтому многие эксперты в области теории индексов отдают ей предпочтение.

Как показано выше, теория и методология международных сопоставлений ВВП по паритетам покупательной способности валют предусматривают широкое использование различных индексов, выбор которых определяется положениями аксиоматической теории [6]. В этой связи следует различать прямые парные сопоставления и многосторонние сопоставления. Прямые парные сопоставления проводятся для той или иной пары стран независимо от сопоставлений любых других пар стран. Многосторонние сопоставления проводятся одновременно для некоторой группы стран, выразивших интерес принять участие в такой программе. Общее между прямыми парными и многосторонними сопоставлениями состоит в том, что в их основе лежит сбор данных о ценах на товары-представители, подобранные для соответствующих компонентов ВВП. Число таких компонентов достигает 150. Доли этих компонентов в ВВП используются в качестве весов для исчисления различных индексов цен (паритетов покупательной способности валют). Для каждой пары стран последовательно исчисляются индексы цен по формулам Ласпейреса, Пааше и Фишера, каждый из которых имеет свои ограничения в соответствии с аксиоматической теорией. Тем не менее, индекс Фишера рассматривается как результат прямого парного сопо-

ставления; он удовлетворяет требованию независимости от выбора базисной страны, но не может устранить влияние различий в структуре экономики и в структуре цен сопоставляемых стран. Кроме того, индекс Фишера не удовлетворяет требованию транзитивности и поэтому не может быть использован для многосторонних сопоставлений, одно из важных требований к которым состоит в обеспечении согласованности результатов для всех пар. В связи с этим в многосторонних сопоставлениях применяется метод ЭКШ (ЭКШ — это заглавные буквы фамилий трех статистиков, предложивших этот метод — венгерских статистиков О. Элтета и П. Кевеша и польского статистика Б. Шульца). Формула расчета индекса ЭКШ (EKS) имеет следующий вид [6]:

$${}_tEKS_s = \left(\prod_{j=1}^n \frac{{}_tF_j}{{}_sF_j} \right)^{\frac{1}{n}},$$

где ${}_tEKS_s$ обозначает ППС между валютой страны s и валютой страны t ; ${}_tF_j, {}_sF_j$ — ППС по формуле Фишера между валютой стран t и s и валютой страны j (если $j = s$ или $j = t$, тогда это прямой ППС между странами t и s); соотношения между ${}_tF_j$ и ${}_sF_j$ дают косвенный ППС между странами t и s ; n обозначает число стран, участвующих в сопоставлении [6].

Смысл формулы ЭКШ состоит в получении индексов, удовлетворяющих требованию транзитивности и лишь в наименьшей степени отступающих от прямого индекса Фишера для данной пары, который в формуле ЭКШ имеет вес 2; кроме того, в расчет также принимаются индексы Фишера, полученные для данной пары стран косвенным путем через страну-посредника.

Индексы ЭКШ удовлетворяют требованию транзитивности и независимости от выбора базисной страны, однако они не удовлетворяют требованию аддитивности, и это является их существенным недостатком. Таким образом, в основе формулы ЭКШ лежит модифицированный индекс Фишера, который, по мнению многих экспертов, не имеет ясного экономического содержания. Такой точки зрения придерживался, в частности, профессор Пенсильванского университета США И. Кревис [6]. Он был сторонником применения для международных сопоставлений ВВП по паритетам покупательной способности валют метода Гири — Камиса, ко-

торый предполагает оценку ВВП стран — участниц сопоставлений в средних международных ценах. Формула Гири — Камиса удовлетворяет основным требованиям аксиоматической теории, но, по мнению ее оппонентов, она не устраняет эффект Гершенкрона.

Аксиоматическая теория критикуется сторонниками экономической теории индексов, разработанной советским экономистом А. Конюсом в 1920-х годах [7]. Ее суть состоит в следующем: для исчисления истинного индекса стоимости жизни (cost of living index) следует сопоставить расходы домашних хозяйств в базисном и текущем периодах при условии, что они обеспечивают покупателям равные полезности (utilities). Например, если в базисном периоде покупатели приобретали яблоки, а в текущем периоде — бананы, и если они при этом извлекали равную полезность, то для исчисления индекса цен по Конюсу следует сопоставить расходы на разные фрукты в обоих периодах. Экономическая теория цен созвучна кривой безразличия Парето, в соответствии с которой потребитель может соизмерять полезность разных продуктов; например, полезность 2 кг яблок и 1 кг бананов. В известном смысле, экономическая теория противостоит аксиоматической теории.

Но статистики имеют дело не с полезностями, а с конкретными товарами, и не знают о полезностях, поэтому теорию Конюса невозможно применить на практике. Тем не менее, она широко обсуждается в специальной литературе. Она может быть полезна для поиска более совершенных формул индексов, поскольку содержит рациональное зерно и направлена на поиск подлинной сопоставимости товаров и учета их качества.

Заключение

Подводя итоги сказанному выше, необходимо отметить следующее: аксиоматическая теория индексов не рассматривает многие важные во-

просы теории статистики цен и является результатом применения формального математического подхода, что отмечают сторонники экономической теории индексов и многие видные эксперты в области теории индексов. Следует иметь в виду, что некоторые требования к формулам индексов, сформулированные в аксиоматической теории, не совместимы друг с другом. Однако рекомендации международных организаций по статистике цен опираются на положения аксиоматической теории и рассматривают индекс Фишера как наиболее адекватный измеритель динамики цен, несмотря на его критику со стороны ряда видных ученых. Тем не менее, интерпретация публикуемых индексов и формул индексов, рекомендуемых международными организациями [8], предполагает необходимость знания об основных положениях аксиоматической теории индексов и ее ограничениях.

Литература

1. Fisher I. The making of Index numbers. A Study of Their Varieties, Tests and Reality. Boston, New York, Houghton Mifflin Company. 1922.
2. МОТ, МВФ, ОЭСР, Евростат, ЕЭК ООН, Всемирный банк «Руководство по индексу потребительских цен: теория и практика». Женева: Международное бюро труда, 2004.
3. Иванов Н.Ю. Обзор аксиоматической теории индексов // Вопросы статистики. 1995. № 10.
4. Ершов Э.Б. Ситуационная теория индексов цен и количеств. М.: РИОР. 2011.
5. Старовский В.Н. Избранные статистические труды. К столетию со дня рождения. Юбилейное издание. М., 2007.
6. Kravis I.B. et al. A System of International Comparisons of Gross Product and Purchasing Power. Baltimore: John Hopkins University Press, 1975.
7. Конюс А.А. Проблема истинного индекса стоимости жизни // Экономический бюллетень Конъюнктурного института. 1924. № 9–10.
8. Иванов Ю.Н. Новые международные стандарты по статистике цен и практика стран СНГ // Экономический журнал Высшей школы экономики. 2007. № 3.

Информация об авторах

Иванов Юрий Николаевич — д-р экон. наук, профессор, научный руководитель кафедры статистики, Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова. 119991, г. Москва, Ленинские горы, д. 1, стр. 46. E-mail: yni1937@mail.ru.

Хоменко Татьяна Алексеевна — консультант, Межгосударственный статистический комитет СНГ. 107450, г. Москва, ул. Мясницкая, д. 39, стр. 1. E-mail: ta.khomenko@mail.ru.

References

1. **Fisher I.** *The Making of Index Numbers. A Study of Their Varieties, Tests and Reality.* Boston, New York: Houghton Mifflin Company; 1922.
2. ILO, IMF, OECD, UNECE, Eurostat, The World Bank. *Consumer Price Index Manual: Theory and Practice.* Geneva: International Labour Office; 2004. (In Russ.)
3. **Ivanov N.Yu.** Review of the Axiomatic Index Theory. *Voprosy Statistiki.* 1995;(10). (In Russ.)
4. **Ershov E.B.** *Situational Theory of Price and Quantity Indices.* Moscow: RIOR; 2011. (In Russ.)
5. **Starovskii V.N.** *Selected Statistical Works. To the Centenary of the Birth. Anniversary Edition.* Moscow; 2007. (In Russ.)
6. **Kravis I.B.** et al. *A System of International Comparisons of Gross Product and Purchasing Power.* Baltimore: John Hopkins University Press; 1975.
7. **Koniüs A.A.** The Problem of the True Index of the Cost of Living. *The Economic Bulletin of the Institute of Economic Conjunction.* 1924;(9–10). (In Russ.)
8. **Ivanov Yu.N.** New International Standards for Price Statistics and Practices in CIS Countries. *HSE Economic Journal.* 2007;(3). (In Russ.)

About the authors

Yuriy N. Ivanov – Dr. Sci. (Econ.), Professor; Scientific Director, Department of Statistics, Lomonosov Moscow State University. GSP-1, 1-46, Leninskiye Gory, Moscow, 119991, Russia. E-mail: yni1937@mail.ru.

Tat'yana A. Khomenko – Consultant, Interstate Statistical Committee of the Commonwealth of Independent States (CIS-Stat). 39, Myasnitskaya Str., Bldg. 1, Moscow, 107450, Russia. E-mail: ta.khomenko@mail.ru.

Типология данных с использованием технологий разделения смесей вероятностных распределений

Владимир Васильевич Глинский^{а)},
Юлия Николаевна Исмайллова^{а)},
Сергей Евгеньевич Хрущев^{б)},
Людмила Константиновна Серга^{а)}

^{а)} Сибирский институт управления — филиал РАНХиГС, г. Новосибирск, Россия;

^{б)} Институт математики имени С.Л. Соболева Сибирского отделения Российской академии наук, г. Новосибирск, Россия

С использованием информационных ресурсов Федеральной службы государственной статистики, отражающих ряд социально-экономических характеристик российского общества, исследованы неоднородные выборки (по ряду статистических совокупностей), взятые из конечных смесей вероятностных распределений; при этом число смешивающихся распределений (компонент), а также соответствующие им веса и параметры могли быть неизвестными. Содержательно задача разделения (декомпозиции) смесей может быть сведена к определению неизвестных характеристик смешивающихся компонент, а также их весов.

Проанализированы методы решения этой задачи, их преимущества, достоинства и недостатки, условия и область прикладных применений. Осуществлена декомпозиция смесей вероятностных распределений на совокупности субъектов Российской Федерации по трем взаимосвязанным статистическим показателям — уровню безработицы, уровню бедности и уровню насилия, которые можно рассматривать в качестве измерителей достижения целей устойчивого развития для территориального образования и (одновременно) индикаторов социально-экономического «здоровья» территории. Проведены типологии регионов по перечисленным показателям. Выполнено перекрестное сопоставление результатов полученных типологических группировок, позволившее (в том числе) определить субъекты Российской Федерации, в которых прослеживаются как позитивные, так и негативные тенденции в контексте рассматриваемых показателей.

Подчеркивается, что результаты исследования могут быть использованы органами управления для разработки конкретных мер по социально-экономическому развитию России и ее регионов.

Ключевые слова: цели устойчивого развития (ЦУР), межтерриториальная дифференциация, социальная статистика, уровень неравенства, уровень бедности, уровень безработицы, уровень насилия, математико-статистические методы, смеси вероятностных распределений, декомпозиция смесей распределений.

JEL: C02, C12, C13, C38, C40, C60.

doi: <https://doi.org/10.34023/2313-6383-2022-29-6-11-24>.

Для цитирования: Глинский В.В., Исмайллова Ю.Н., Хрущев С.Е., Серга Л.К. Решение проблемы типологии данных с использованием технологий разделения смесей вероятностных распределений. Вопросы статистики. 2022;29(6):11–24.

Data Typology Using Technologies for Separating Mixtures of Probability Distributions

Vladimir V. Glinskiy^{a)},
Yuliya N. Ismailova^{a)},
Sergey E. Khrushchev^{b)},
Lyudmila K. Serga^{a)}

^{a)} The Siberian Institute of Management — Branch of the Russian Presidential Academy of National Economy and Public Administration, Novosibirsk, Russia;

^{b)} Sobolev Institute of Mathematics, Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences, Novosibirsk, Russia

The authors studied heterogeneous samples (for a number of statistical populations) taken from finite mixtures of probability distributions, which reflect a number of socio-economic characteristics of the Russian society, using the information resources of the Federal State Statistics Service; in this case the number of mixing distributions (components), as well as their corresponding weights and parameters, may be unknown. In terms of content, the problem of separation (decomposition) of mixtures can be reduced to estimating unknown parameters of mixing distributions and their weights.

The article considers and discusses methods for solving this problem, their advantages and disadvantages, conditions and areas of application. In the study the decomposition of mixtures of probability distributions on the population of subjects of the Russian

Federation was carried out according to three interrelated statistical indicators – the unemployment rate, the poverty rate, the level of violence. These indicators can be considered as statistical measure of achieving sustainable development goals at the regional level and, at the same time, measures of socio-economic «health» of territory. Typologies of subjects of the Russian Federation were carried out according to the listed indicators. A cross-comparison of the results of the obtained typological groupings was performed, which also made it possible to identify the subjects of the Russian Federation that differ in both negative and positive trends in the context of the indicators under consideration.

The authors underline that the results of the study can be used by the authorities to develop specific measures for the socio-economic development of Russia and its regions.

Keywords: Sustainable Development Goals (SDGs), interterritorial differentiation, social statistics, inequality level, poverty level, unemployment rate, level of violence, mathematical and statistical methods, mixtures of probability distributions, decomposition of mixtures of distributions.

JEL: C02, C12, C13, C38, C40, C60.

doi: <https://doi.org/10.34023/2313-6383-2022-29-6-11-24>.

For citation: Glinskiy V.V., Ismaiylola Yu.N., Khrushchev S.E., Serga L.K. Data Typology Using Technologies for Separating Mixtures of Probability Distributions. *Voprosy Statistiki*. 2022;29(6):11–24. (In Russ.)

Введение

Возникновение неравенства как социального или экономического явления можно отнести к самому началу развития человеческого общества. На протяжении всей истории человечества как древние, так и современные государства сталкиваются с проблемой неравенства и неравномерности развития территорий. В России – государстве, в состав которого входит 85 субъектов* и которое занимает 1/8 часть суши, – эта проблема стоит достаточно остро. Следствием этого является интерес научного сообщества к изучению социально-экономического положения и дифференциации (или неравенства) регионов Российской Федерации. Проблемами дифференциации и неравномерности развития территорий занимались такие ученые, как А.Г. Гранберг, Ю.С. Ершов [1 и 2], Н.Н. Михеева, В.В. Кулешов, В.Е. Селиверстов, В.И. Суслов, С.А. Суспицын, П.А. Минакир [2], С.В. Баранов, Т.П. Скуфьина [3], К.П. Глушенко [4], В.В. Глинский, Л.К. Серга, А.М. Булкина [5], Е.С. Губанова, В.С. Клещ [6], Ю.С. Зайцева [7], Е.А. Коломак [8], Е.А. Конопацкая [9], Б.Л. Лавровский [10], М.В. Морошкина [11], Е.А. Погодина, Е.Н. Катаев [12], Т.В. Ускова [13 и 14], Д.И. Усманов [15], Е.Ю. Чемезова [16] и другие.

25 сентября 2015 г. государства – члены ООН, в том числе и Россия, приняли цели в области устойчивого развития (ЦУР) [17]. В их составе 17 целей; в исследовании сделан акцент на трех – повсеместной ликвидации нищеты во всех формах; содействии неуклонному, всеохватному и устойчивому экономическому росту, полной

и производительной занятости и достойной работе для всех; содействии построению миролюбивых и открытых обществ в интересах устойчивого развития, обеспечении доступа к правосудию для всех и создании эффективных, подотчетных и основанных на широком участии учреждений на всех уровнях (1-я, 8-я и 16-я цели соответственно). Для реализации ЦУР в России разработаны и действуют различные национальные проекты, федеральные, региональные и муниципальные программы. В свете вышеизложенного представляет интерес оценка эффекта внедряемых программ: уменьшается ли социально-экономическое неравенство субъектов Российской Федерации или, напротив, растет.

Для измерения такого эффекта были выбраны три показателя – уровень безработицы, уровень бедности и уровень насилия, во-первых, по причине того, что они являются индикаторами выполнения или невыполнения соответствующих целей устойчивого развития, а во-вторых, потому что они выступают важными характеристиками социально-экономического положения регионов. При расчетах использована методика Росстата, в частности: отношение численности безработных к численности рабочей силы (уровень безработицы); численность населения с денежными доходами ниже величины прожиточного минимума в процентах от общей численности населения региона (уровень бедности); число зарегистрированных убийств и покушений на убийство в расчете на 100 000 человек населения территории (уровень насилия). Полученные показатели формируются под воздействием значительного

* На момент написания статьи.

числа разнообразных факторов, как естественных (климат, инфраструктура, половозрастной состав и т. п.), так и искусственных (например, законодательные нормы, предпочтения, льготы, ограничения и т. п.). Очевидно, что регионы дифференцированы в зависимости от значений выбранных индикаторов. Важно отметить, что негативная динамика по данной системе показателей не исключает появления катастрофических исходов, таких, например, как «обезлюдение» территорий, возникновение очагов социальной напряженности и прочих. В этой связи актуализируется традиционная проблема построения типологической группировки в части «наметки» типов, выработки правил и критериев нахождения пороговых значений перехода одного качественного состояния в другое.

Постановка задачи декомпозиции смесей вероятностных распределений

Рассмотрим некоторую, пусть неоднородную, совокупность, которая состоит из k подгрупп. Предположим, что наблюдаемый признак внутри i -ой подгруппы распределен в соответствии с функцией распределения $F_i(t)$, а вероятность того, что случайно выбранный элемент из всей совокупности будет именно из i -ой подгруппы, равна p_i . Тогда вероятность того, что у случайно выбранного из всей совокупности элемента значение наблюдаемого признака будет меньше, чем t , равна

$$F(t) = p_1 F_1(t) + \dots + p_k F_k(t). \quad (1)$$

Будем предполагать, что нам необходимо определить тип подгруппы, к которому принадлежит наблюдение, то есть требуется решить обратную операцию смешивания, а именно операцию разделения (декомпозиции) смеси. И, как следствие, получим типологию рассматриваемой неоднородной совокупности.

Пусть исследуется неоднородная выборка $X = (X_1, X_2, \dots, X_n)$, взятая из конечной смеси вероятностных распределений, тогда в формуле (1) веса $p_i \geq 0$, $i = 1, \dots, k$ — смешивающиеся вероятности, удовлетворяющие условию $p_1 + \dots + p_k = 1$; $F_i(t)$, $i = 1, \dots, k$ — функции распределения (компоненты смеси), соответствующие смешиваемым вероятностным распределениям.

Будем предполагать унимодальность компонент смеси. Предположение об унимодальности распределения упрощает процедуру интерпретации результатов, так как у каждой отдельно взятой компоненты имеется четко выделенное «ядро» распределения.

Если компоненты смеси абсолютно непрерывны и имеют плотность f_i , то смесь также будет абсолютно непрерывной с плотностью

$$f(t) = p_1 f_1(t) + \dots + p_k f_k(t). \quad (2)$$

Выделяют два типа задач разделения смеси распределений: теоретическую и практическую.

Теоретическая задача. Пусть компоненты смеси f_i определяются неким известным параметрическим семейством, то есть $f_i(t) \equiv f_i(t, \theta_i)$, где θ_i — неизвестный параметр (скалярный или векторный). Имеем

$$f(t) = p_1 f_1(t, \theta_1) + \dots + p_k f_k(t, \theta_k). \quad (3)$$

Задачей разделения (декомпозиции) смеси называют проблему нахождения неизвестных параметров $\hat{\theta} = (p_1, \dots, p_k, \theta_1, \dots, \theta_k)$. Отметим, что данная задача не всегда решается однозначно.

Приведем следующий пример. Предположим, что рассматриваемая выборка взята из равномерного распределения на интервале $(0; 1]$, то есть плотность распределения выборки имеет вид $f(t) = I(t \in (0; 1])$, где $I(t \in \Delta)$ — индикатор того, что t принадлежит множеству Δ . Мы также будем предполагать, что компоненты смеси имеют равномерное распределение на некотором неизвестном интервале. Тогда справедливо, что

$$\begin{aligned} I(t \in (0; 1]) &= 0,5 \times 2I(t \in (0; 0,5]) + 0,5 \times 2I(t \in (0,5; 1]) = \\ &= 0,25 \times 4I(t \in (0; 0,25]) + 0,25 \times 4I(t \in (0,25; 0,5]) + \\ &\quad + 0,5 \times 2I(t \in (0,5; 1]). \end{aligned}$$

Получили, что плотность равномерного распределения можно, с одной стороны, представить в виде двухкомпонентной равновесной смеси равномерных распределений на интервалах $(0; 0,5]$ и $(0,5; 1]$. С другой стороны — в виде трехкомпонентной смеси равномерных распределений на интервалах $(0; 0,25]$, $(0,25; 0,5]$ и $(0,5; 1]$ с весами 0,25; 0,25 и 0,5 соответственно, то есть в данном случае нельзя однозначно выделить компоненты смеси. Чтобы избежать неоднозначности, обычно рассматривают идентифицируемые смеси.

Определение. Конечная смесь называется идентифицируемой, если из равенства

$$\sum_{i=1}^k p_i f_i(t, \theta_i) = \sum_{j=1}^m q_j f_j(t, \theta_j) \quad (4)$$

следует, что $k=m$ и для каждого индекса i существует индекс j – такой, что $p_i = q_j$, $f_i(t, \theta_i) \equiv f_j(t, \theta_j)$ [18].

Замечание. Идентифицируемыми являются конечные смеси из следующих распределений: нормальных, гамма, Коши, пуассоновских, биномиальных (с известной вероятностью успеха) [18].

Практическая задача. Пусть компоненты смеси f_i определяются неким известным параметрическим семейством, то есть $f_i(t) \equiv f_i(t, \theta_i)$, где θ_i – неизвестный параметр (скалярный или векторный). Имеем

$$f(t) = p_1 f_1(t, \theta_1) + \dots + p_k f_k(t, \theta_k). \quad (5)$$

В этом случае практической задачей разделения смеси является задача статистического оценивания неизвестных параметров $\bar{\theta} = (p_1, \dots, p_k, \theta_1, \dots, \theta_k)$ по известной реализации выборки. При этом, как правило, предполагается, что рассматриваемая смесь является идентифицируемой.

Данная задача обычно решается одним из двух методов: методом моментов или методом максимального правдоподобия. Кратко отметим некоторые характеристики этих методов (подробнее см. [19]).

Метод моментов (метод К. Пирсона, 1894 г. [20]) в частных случаях позволяет найти оценки в явном виде, но в общем случае их искать сложно. Качество оценок хуже, чем при использовании метода максимального правдоподобия.

Метод максимального правдоподобия. Оценки лучше, чем в методе моментов, но в явном виде их не найти (только в некоторых частных случаях). Поэтому оценки ищут с помощью некоторых специальных итерационных методов. Отметим, что оценка по методу максимального правдоподобия может и не существовать. Для этого приведем следующий классический пример.

Пример. Рассмотрим двухкомпонентную смесь с равными весами произвольного нормального и стандартного нормального распределений:

$$f(t) = 0,5 \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma^2}} e^{-\frac{(t-\alpha)^2}{2\sigma^2}} + 0,5 \frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{t^2}{2}}. \quad (6)$$

Тогда функция максимально правдоподобия имеет вид:

$$\psi(x, a, \sigma^2) = \prod_{i=1}^n \left(0,5 \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma^2}} e^{-\frac{(x_i - \alpha)^2}{2\sigma^2}} + 0,5 \frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{x_i^2}{2}} \right). \quad (7)$$

Если мы приравняем неизвестный параметр a реализации первого наблюдения x_1 , то получим, что $\psi(x, a=x_1, \sigma^2) \rightarrow \infty$ при $\sigma^2 \rightarrow 0$. Здесь и далее через x будем обозначать реализацию выборки X . В данном случае функция правдоподобия не имеет такого значения неизвестного параметра σ^2 , при котором она достигала бы своего максимального значения. Что и означает отсутствие оценки метода максимального правдоподобия.

При нахождении оценок метода максимального правдоподобия, как правило, пользуются двумя итерационными методами. Кратко отметим некоторые характеристики этих методов (подробнее см. [19]).

ЕМ-алгоритм (А. Демпстер, Н. Лэрд и Д. Рубин, 1977 г. [21]) – не очень быстр, не гарантирует сходимость к глобальному максимуму, обладает неустойчивостью по начальным данным.

SEM-алгоритм (Ж. Селё, Дж. Дилбо, 1985 г. [22]) – быстр, обладает устойчивостью к начальным данным; как правило, сходится к глобальному максимуму.

Добавим, что известны и медианные модификации ЕМ- и SEM-алгоритмов, которые используются для нахождения оценок неизвестных параметров смесей вероятностных распределений [23 и 24].

Определение числа компонент смеси и их границ

Число компонент смеси распределений (типов, классов, групп) может быть заранее неизвестно. Выбор слишком малых значений для числа групп, как правило, может оказать негативное воздействие на качество аппроксимации распределения данных. Неоправданное увеличение числа компонент хоть и будет усиливать правдоподобие, но может привести к ухудшению качества интерпретации результатов. Поэтому желательно соблюдать баланс между неоправданно большим количеством компонент смеси и качеством аппроксимации. Для достижения указанного баланса во многих случаях используют так называемые информационные

критерии (критерий Акаике и байесовский информационный критерий), где мерой качества служит расстояние Кульбака – Лейблера (D_{KL}). Стоит добавить, что для корректности применения таких информационных критериев требуется выполнение некоторых условий регулярности (в частности, конечность функции правдоподобия).

Значение информационного критерия Акаике (Х. Акаике, 1973 г. [25]) определяется следующим образом:

$$AIC = -2\ln\psi(x; \hat{\theta}(x)) + 2d,$$

где d – количество оцениваемых параметров. Чем меньше значение информационного критерия Акаике, тем лучшим качеством обладает аппроксимация распределения данных. Отметим, что $AIC \approx 2D_{KL}$.

Одним из популярных информационных критериев является байесовский (Г. Шварц, 1978 г. [26]), значение которого определяется по формуле

$$BIC = 2\ln\psi(x; \hat{\theta}(x)) - d\ln n.$$

Чем больше значение байесовского информационного критерия, тем лучшим качеством обладает аппроксимация распределения данных.

Для практических целей важно не только определение количества компонент смеси, но и определение их границ. Для этого используют байесовский подход, то есть наблюдение x отнесем к i -ой компоненте смеси, если $p_i f_i(x) > p_j f_j(x)$ для всех $j \neq i$.

Применения технологий декомпозиции смесей на реальных данных

Проведем типологию субъектов Российской Федерации с помощью декомпозиции смесей распределений выбранных нами социально-экономических показателей. Естественно предположить, что выбранные показатели могут описываться смесью распределений.

Проводить декомпозицию смесей рассматриваемых показателей будем по следующему алгоритму (см. также [19, 27 и 28]):

I шаг. С помощью критерия согласия Пирсона определяются периоды, «подозрительные» на наличие в них смесей распределений, то есть те периоды, в которых отвергается гипотеза о принадлежности выборки к однокомпонентному закону распределения.

II шаг. На основе SEM-алгоритма оцениваются параметры смеси из k компонент, где число компонент k определяется с помощью информационного критерия Акаике.

III шаг. С помощью критерия Пирсона подтверждаем гипотезу о принадлежности выборки к k -компонентной смеси распределений. В противном случае делается вывод, что декомпозицию смесей распределений нельзя осуществить.

IV шаг. С применением байесовского подхода определяются границы компонент смеси.

V шаг. Использование определенных на предыдущем шаге границ (пороговых значений) позволяет реализовать разбиение совокупности субъектов Российской Федерации на однокачественные группы (типы).

Типологическая группировка регионов Российской Федерации по уровню безработицы. В анализируемом временном интервале (2005–2020 гг.) уровень безработицы в России имеет достаточно устойчивую тенденцию снижения (см. рис. 1), исключения составляют 2008 и 2009 гг. (последствия экономического кризиса), а также 2020 г. (начало пандемии COVID-19).

При выполнении первого шага представленного выше алгоритма были выявлены периоды, в которых ожидалось наличие смесей вероятностных распределений: 2005 и 2010–2020 гг. (в период с 2006 по 2009 г. с помощью критерия Пирсона на уровне значимости 0,05 подтвердилась гипотеза о том, что данные описываются одним законом распределения вероятностей – гауссианой). Для этих временных интервалов была сформулирована и проверена гипотеза о том, что уровень безработицы описывается смесью двух и более нормальных вероятностных распределений; соответственно, можно предполагать качественные территориальные различия (дифференциацию) по данному показателю. Применение SEM-алгоритма и информационного критерия Акаике для оценки количества компонент смеси для данных лет позволило получить следующие результаты: с 2010 по 2019 г. уровень безработицы описывается двухкомпонентной смесью нормальных распределений вероятностей. Полученные оценки параметров (среднего значения – a , среднего квадратичного отклонения – σ), а также весов (p) компонент вероятностных смесей размещены в таблице 1.

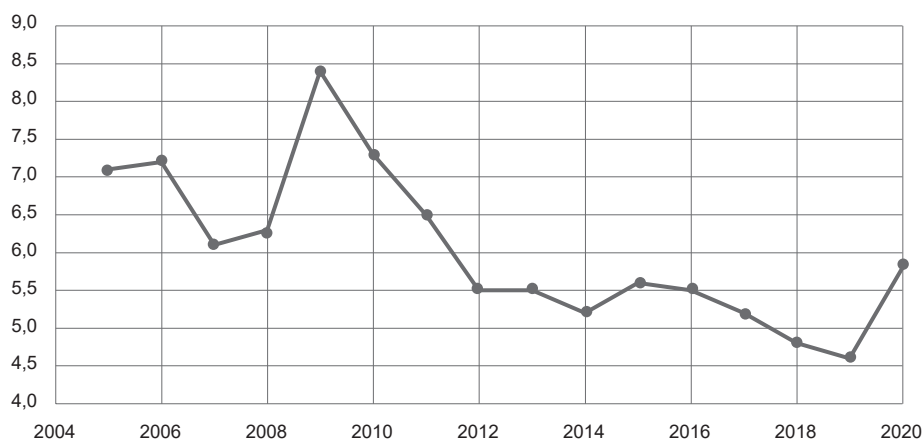


Рис. 1. Динамика уровня безработицы в Российской Федерации, 2005–2020 гг. (в процентах)

Источник: расчеты авторов по данным Росстата.

Таблица 1

Оценки параметров и весов смесей нормальных распределений вероятностей по показателю «Уровень безработицы, 2005 и 2010–2020 годы

Год	p_1	a_1	σ_1	p_2	a_2	σ_2	p_3	a_3	σ_3
2005	0,82	7,66	2,09	0,18	23,37	19,20	-	-	-
2010	0,98	8,10	2,76	0,02	46,50	4,53	-	-	-
2011	0,98	7,23	2,44	0,02	42,70	7,64	-	-	-
2012	0,85	5,83	1,76	0,15	22,05	14,34	-	-	-
2013	0,85	5,75	1,76	0,15	20,92	12,68	-	-	-
2014	0,93	5,64	1,96	0,07	20,85	6,96	-	-	-
2015	0,86	6,07	1,91	0,14	20,33	6,93	-	-	-
2016	0,85	6,07	2,01	0,15	17,80	7,15	-	-	-
2017	0,75	5,18	1,26	0,25	11,43	5,28	-	-	-
2018	0,69	4,81	0,98	0,31	8,78	4,91	-	-	-
2019	0,70	4,55	0,85	0,30	8,71	4,97	-	-	-
2020	0,72	5,36	1,10	0,15	8,32	0,92	0,13	15,37	5,96

Число компонент смеси определяет количество классов для типологизации регионов. Разделение на типы осуществлялось при помощи определения граничного значения (точки перехода одного качественного состояния в другое). Субъекты Российской Федерации с уровнем безработицы,

превышающим пороговое значение, относились к «неблагоприятному» типу по уровню безработицы, а регионы с уровнем безработицы ниже порогового значения – к «благоприятному». Динамика таких границ для двухкомпонентных смесей представлена на рис. 2.

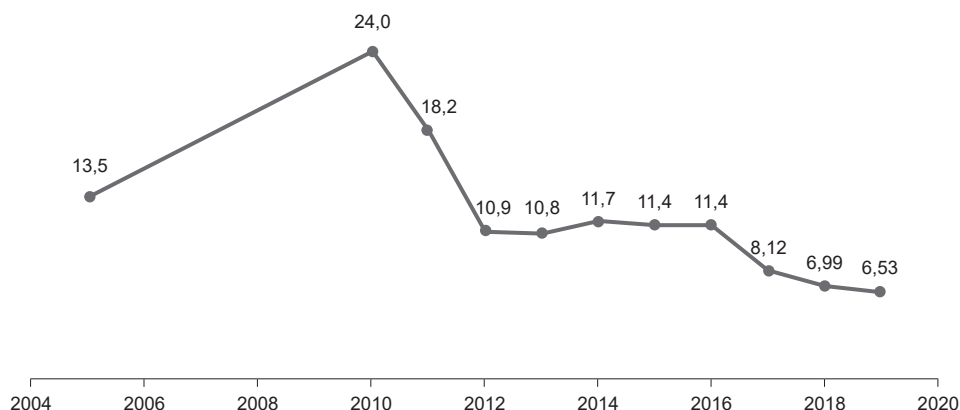


Рис. 2. Динамика порогового значения по уровню безработицы в Российской Федерации, 2005–2019 гг. (в процентах)

Источник: расчеты авторов по данным Росстата.

В таблице 2 представлена типология субъектов Российской Федерации по уровню безработицы (субъекты, не вошедшие в данную таблицу, в течение всего рассматриваемого периода относились к «благоприятному» типу). В табли-

це используются следующие обозначения: «+» — «благоприятный» тип по уровню безработицы, «-» — «неблагоприятный» тип по уровню безработицы, «0» — «промежуточный» тип по уровню безработицы.

Таблица 2

Типология регионов Российской Федерации по уровню безработицы, 2005 и 2010–2020 годы

Субъект Российской Федерации	2005	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Республика Карелия	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	+	0
Республика Коми	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	0
Мурманская область	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	0
Республика Адыгея	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	+	0
Республика Калмыкия	-	+	+	-	-	+	+	+	-	-	+	0
Астраханская область	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	0
Волгоградская область	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	0
Республика Дагестан	-	+	+	-	-	+	+	+	-	-	-	-
Республика Ингушетия	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Кабардино-Балкарская Республика	-	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-
Карачаево-Черкесская Республика	-	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-
Республика Северная Осетия – Алания	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-
Чеченская Республика	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Курганская область	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	+	0
Республика Алтай	+	+	+	-	-	+	+	-	-	-	-	-
Республика Тыва	-	+	+	-	-	+	-	-	-	-	-	-
Республика Хакасия	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	0
Иркутская область	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	+	0
Омская область	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	0
Томская область	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	0
Республика Бурятия	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-
Республика Саха (Якутия)	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	+
Забайкальский край	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	+	0
Еврейская автономная область	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	+	+

Отдельного внимания заслуживает 2020 г. В этом году уровень безработицы описывается трехкомпонентной смесью нормальных распределений. Тем самым между «благоприятными» и «неблагоприятными» регионами Российской Федерации выделяется новый тип — «промежуточный». Появление нового типа естественным образом объясняется началом пандемии COVID-19 и тяжелым положением российской экономики в этот период.

Группировка субъектов Российской Федерации по уровню бедности. Анализ уровня бедности в субъектах Российской Федерации показал, что в 2005, 2010–2013 и 2015–2020 гг. данный показатель описывается двухкомпонентной смесью нормальных распределений. Это означает, что среди регионов Российской Федерации по уровню бедности выделяются два типа — «благоприятный» и «неблагоприятный». Результаты оценки параметров смеси вероятностных распределений представлены в таблице 3.

Таблица 3

Оценки параметров и весов смесей нормальных распределений вероятностей по показателю «Уровень бедности», 2005, 2010–2013 и 2015–2020 годы

Год	p_1	a_1	σ_1	a_2	σ_2
2005	0,92	20,43	5,74	46,27	9,78
2010	0,97	14,63	3,82	32,65	4,31
2011	0,98	14,66	3,89	33,20	3,68
2012	0,98	12,75	3,51	29,30	1,98
2013	0,98	12,93	3,49	34,40	1,41
2015	0,96	14,42	3,99	34,53	3,40
2016	0,86	13,91	3,40	28,06	6,25
2017	0,87	13,74	3,48	27,76	5,89
2018	0,81	13,00	3,26	20,86	6,18
2019	0,79	12,86	3,15	20,68	6,06
2020	0,80	12,53	3,17	20,52	5,60

Отметим, что начиная с 2011 г. доля «благоприятных» типов субъектов Российской Федерации убывает (с 98 до 80%), а, соответственно, доля «бедных» регионов возрастает.

На рис. 3 представлена динамика порогового значения, различающего два класса регионов Российской Федерации.

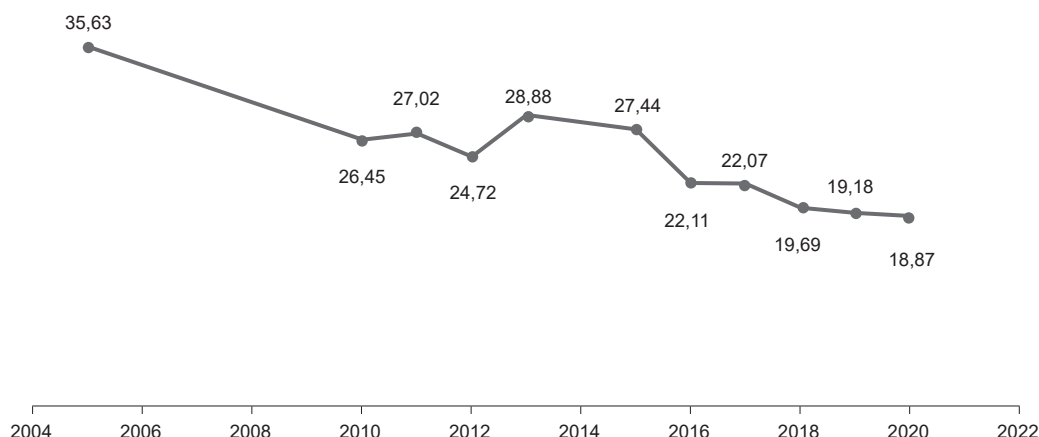


Рис. 3. Динамика порогового значения по уровню бедности в Российской Федерации, 2005–2020 гг. (в процентах)

Источник: расчеты авторов по данным Росстата.

Добавим, что среднее значение показателя уровня бедности в каждой типологической группе в целом уменьшается; также наблюдается снижение порогового значения. Наличие двух компонент свидетельствует в пользу значимых различий выделенных типологических групп.

В таблице 4 представлена типология территорий по показателю уровня бедности (субъекты, не вошедшие в данную таблицу, в течение всего рассматриваемого периода относились к «благоприятному» типу). В таблице используются следующие обозначения: «+» — «благоприятный» тип по уровню бедности, «-» — «неблагоприятный» тип по уровню бедности.

Таблица 4

Типология субъектов Российской Федерации по уровню бедности, 2005, 2010–2013 и 2015–2020 годы

Субъект Российской Федерации	2005	2010	2011	2012	2013	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Ивановская область	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Республика Калмыкия	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Республика Ингушетия	-	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-
Кабардино-Балкарская Республика	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-
Карачаево-Черкесская Республика	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-
Чеченская Республика	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-
Республика Марий Эл	-	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-
Курганская область	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-
Республика Алтай	-	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-
Республика Тыва	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Республика Бурятия	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-
Забайкальский край	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-
Еврейская автономная область	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-

Типология субъектов Российской Федерации по уровню насилия. Решение задачи декомпозиции показателя «Уровень насилия» позволило определить, что в 2007–2017 гг. уровень насилия в субъектах Российской Федерации может

быть описан двухкомпонентной смесью нормальных распределений (результаты оценки параметров смеси представлены в таблице 5), а начиная с 2018 г. уже выделяются три компоненты.

**Оценки параметров и весов смесей нормальных распределений вероятностей
по показателю «Уровень насилия», 2007–2020 годы**

Год	p_1	a_1	σ_1	p_2	a_2	σ_2	p_3	a_3	σ_3
2007	0,73	15,03	4,67	0,27	34,51	10,9	-	-	-
2008	0,98	13,94	4,94	0,02	37,62	12,17	-	-	-
2009	0,86	12,39	3,9	0,14	31,99	11,94	-	-	-
2010	0,79	11,27	3,75	0,21	30,27	13,41	-	-	-
2011	0,77	10,06	3,33	0,23	25,72	7,95	-	-	-
2012	0,78	9,32	3,26	0,22	26,12	9,84	-	-	-
2013	0,69	7,55	1,90	0,31	18,14	6,41	-	-	-
2014	0,79	8,26	3,36	0,21	23,54	8,94	-	-	-
2015	0,79	8,17	3,25	0,21	23,37	7,88	-	-	-
2016	0,77	6,68	2,41	0,23	18,81	6,75	-	-	-
2017	0,74	6,09	2,06	0,26	16,00	5,26	-	-	-
2018	0,77	5,18	1,69	0,10	10,91	0,73	0,13	15,66	5,05
2019	0,40	4,24	1,07	0,48	6,46	2,31	0,12	17,66	7,84
2020	0,62	4,36	1,28	0,30	8,65	2,95	0,07	17,09	7,18

При этом среднее значение показателя уровня насилия в каждой типологической группе в целом снижается; также наблюдается снижение поро-

вого значения. Динамика порогового значения, разделяющего типы в случае двухкомпонентной смеси, представлена на рис. 4.

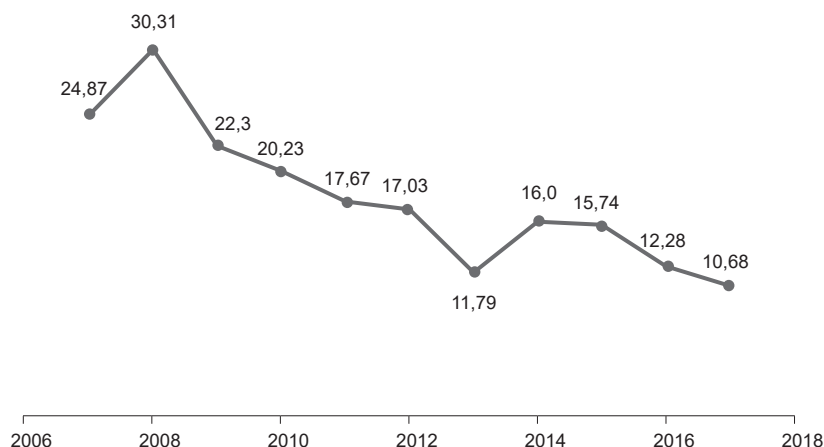


Рис. 4. Динамика порогового значения по уровню насилия в Российской Федерации, 2005–2017 гг. (в процентах)

Источник: расчеты авторов по данным Росстата.

Результаты полученной типологии за период 2007–2020 гг. представлены в таблице 6 (субъекты, не вошедшие в данную таблицу, в течение всего рассматриваемого периода относились к «благоприятному» типу). В таблице используются следующие обозначения: «+» — «благоприятный» тип по уровню насилия, «-» — «неблагоприятный», «0» — «промежуточный» тип региона по уровню насилия.

Отдельного внимания заслуживает период 2018–2020 гг. В этот период уровень насилия описывается трехкомпонентной смесью нормальных распределений, то есть между «благо-

приятными» и «неблагоприятными» субъектами Российской Федерации выделяется новый тип — «промежуточный», что еще больше усиливает дифференциацию регионов по данному показателю.

Таким образом, появляются новые существенные различия между группами субъектов Российской Федерации по показателю уровня насилия. В зависимости от темпов его снижения выделяются регионы-«лидеры» и «аутсайдеры». При этом выделение нового, «промежуточного» типа приходится на два последних года перед началом пандемии COVID-19.

Таблица 6

Типология субъектов Российской Федерации по уровню насилия, 2007–2020 годы

Субъект Российской Федерации	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Орловская область	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	0	+
Смоленская область	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	0	+
Тверская область	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	0	+
Ярославская область	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	0	+
Республика Карелия	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	0	0
Республика Коми	+	+	+	+	+	+	-	+	+	-	+	0	0	0
Архангельская область	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	0	0	0
Ленинградская область	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	0	0
Новгородская область	+	+	+	+	+	+	-	+	+	+	+	+	0	0
Республика Калмыкия	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	0	0
Карачаево-Черкесская Республика	+	+	+	+	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+
Республика Башкортостан	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	0	+
Республика Марий Эл	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	0	+
Пермский край	+	+	+	+	+	+	-	+	+	+	+	+	0	+
Кировская область	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	0	+
Нижегородская область	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	0	+
Оренбургская область	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	0	+
Ульяновская область	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	0	+
Курганская область	+	+	+	+	+	+	-	+	+	+	-	0	0	0
Свердловская область	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	0	+
Челябинская область	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	0	+
Республика Алтай	+	+	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	0	0
Республика Тыва	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Республика Хакасия	+	+	+	+	+	+	-	+	+	-	-	0	0	0
Алтайский край	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	0	0
Красноярский край	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	0	0	0
Иркутская область	-	+	-	-	-	-	-	-	+	-	-	0	0	0
Кемеровская область	+	+	+	+	+	+	-	+	+	+	-	+	0	0
Республика Бурятия	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Республика Саха (Якутия)	-	+	+	+	+	+	-	+	+	-	-	0	0	0
Забайкальский край	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Камчатский край	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	0	0	0
Приморский край	-	+	+	+	+	+	-	-	+	+	+	+	0	0
Хабаровский край	-	+	+	+	+	+	-	+	+	-	-	0	0	0
Амурская область	+	+	+	+	-	-	-	+	+	-	-	-	-	0
Магаданская область	-	-	-	+	-	+	-	-	-	-	-	-	-	0
Сахалинская область	-	+	-	+	+	-	-	+	-	+	-	0	0	0
Еврейская автономная область	+	+	+	+	-	-	-	+	+	-	-	-	-	0
Чукотский автономный округ	-	+	-	+	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-

В качестве интегральной оценки социально-экономического положения региона на основе рассмотренных показателей введем следующий коэффициент:

$$K = I_{\text{ур. безработицы}} + I_{\text{ур. бедности}} + I_{\text{ур. насилия}},$$

где

$$I_{\text{ур.}} = \begin{cases} 1 - \text{субъект принадлежит к «благоприятному» типу;} \\ 0 - \text{субъект принадлежит к «промежуточному» типу;} \\ -1 - \text{субъект принадлежит к «неблагоприятному» типу.} \end{cases}$$

Коэффициент К может принимать значения от -3 до 3. Значение коэффициента К = -3 свидетельствует об очень низком социально-экономическом положении субъекта Российской Федерации, а значение К = 3, наоборот, говорит о высоком социально-экономическом положении региона. В таблице 7 представлены типология субъектов Российской Федерации и соответствующие значения коэффициента К, наблюдаемые в 2020 г. (регионы со значение коэффициента К = 3 из таблицы исключены).

Таблица 7

Типология субъектов Российской Федерации по значимым социально-экономическим показателям в 2020 году

Субъект Российской Федерации	Уровень безработицы	Уровень бедности	Уровень насилия	Коэффициент
Республика Тыва	-1	-1	-1	-3
Республика Бурятия	-1	-1	-1	-3
Республика Алтай	-1	-1	0	-2
Забайкальский край	0	-1	-1	-2
Республика Калмыкия	0	-1	0	-1
Республика Ингушетия	-1	-1	1	-1
Кабардино-Балкарская Республика	-1	-1	1	-1
Карачаево-Черкесская Республика	-1	-1	1	-1
Чеченская Республика	-1	-1	1	-1
Курганская область	0	-1	0	-1
Еврейская автономная область	1	-1	0	0
Республика Карелия	0	1	0	1
Республика Коми	0	1	0	1
Республика Дагестан	-1	1	1	1
Республика Северная Осетия – Алания	-1	1	1	1
Республика Марий Эл	1	-1	1	1
Республика Хакасия	0	1	0	1
Иркутская область	0	1	0	1
Чукотский автономный округ	1	1	-1	1
Архангельская область	1	1	0	2
Ленинградская область	1	1	0	2
Мурманская область	0	1	1	2
Новгородская область	1	1	0	2
Республика Адыгея	0	1	1	2
Астраханская область	0	1	1	2
Волгоградская область	0	1	1	2
Алтайский край	1	1	0	2
Красноярский край	1	1	0	2
Кемеровская область	1	1	0	2
Омская область	0	1	1	2
Томская область	0	1	1	2
Республика Саха (Якутия)	1	1	0	2
Камчатский край	1	1	0	2
Приморский край	1	1	0	2
Хабаровский край	1	1	0	2
Амурская область	1	1	0	2
Магаданская область	1	1	0	2
Сахалинская область	1	1	0	2

Данные таблицы свидетельствуют об очень низком социально-экономическом положении четырех субъектов Российской Федерации: республик Тыва, Бурятия, Алтай и Забайкальского края.

Заключение

В работе была решена задача построения типологии субъектов Российской Федерации по значимым социально-экономическим показателям. Установлено, что каждый из рассматриваемых

показателей с 2010 по 2020 г. описывается смесью двух или трех нормальных распределений. В случае двух компонент смеси субъекты Российской Федерации по уровню бедности, уровню безработицы и уровню насилия делятся на два типа: «благоприятный» и «неблагоприятный». В случае трех компонент смеси, помимо представленных выше, выделен «промежуточный» тип субъектов Российской Федерации. Определены пороговые значения – границы перехода из одной типологической группы в другую.

Следует отметить, что количество субъектов Российской Федерации, относящихся к «неблагоприятному» типу, растет. Более того, увеличивается и число регионов этого типа одновременно по двум и трем значимым социально-экономическим показателям.

Особого внимания органов власти, на наш взгляд, заслуживает факт растущей неравномерности развития субъектов Российской Федерации, установленный в результате выделения в последние годы трехкомпонентных смесей распределения субъектов по исследованным социально значимым показателям.

Рост численности субъектов, относящихся к «неблагоприятному» типу, и усиление неравномерности их развития указывают на необходимость принятия управленческих решений для регулирования процессов дифференциации регионов.

Литература

1. Гранберг А.Г., Ершов Ю.С. Краткосрочные последствия влияния кризиса на пространственное развитие экономики РФ // Оптимизация территориальных систем / под ред. д. э. н. С.А. Суспицына. Новосибирск: ИЭОПП СО РАН, 2010. С. 206–214.
2. Гранберг А.Г. и др. Воздействие мирового кризиса на стратегию пространственного социально-экономического развития Российской Федерации // Регион: экономика и социология. 2009. № 4. С. 69–101.
3. Баранов С.В., Скуфына Т.П. Сравнительная динамика экономического роста и межрегиональная дифференциации территории российского Севера // Вопросы статистики. 2015. № 11. С. 69–77.
4. Глушенко К.П. Об оценке межрегионального неравенства // Пространственная экономика. 2015. № 4. С. 39–58. doi: <https://doi.org/10.14530/se.2015.4.039-058>.
5. Глинский В.В., Серга Л.К., Булкина А.М. Дифференциация муниципальных образований как фактор экономического развития территорий // Вопросы статистики. 2016. № 8. С. 46–52.
6. Губанова Е.С., Клещ В.С. Преодоление социально-экономического неравенства как условие устойчивого сбалансированного пространственного развития региона // Экономические и социальные перемены: факты, тенденции, прогноз. 2019. Т. 12. № 5. С. 44–57. doi: <https://doi.org/10.15838/esc.2019.5.65.3>.
7. Зайцева Ю. Межрегиональная дифференциация в странах БРИК: возможности оценки // Мировая экономика и международные отношения. 2010. № 5. С. 44–51. doi: <https://doi.org/10.20542/0131-2227-2010-5-44-51>.
8. Коломак Е.А. Межрегиональное неравенство в России: экономический и социальный аспекты // Пространственная экономика. 2010. № 1. С. 26–35. doi: <https://doi.org/10.14530/se.2010.1.026-035>.
9. Конопатская Е.А. Дифференциация регионов Российской Федерации по уровню развития человеческого капитала // Экономика, статистика и информатика. Вестник УМО. 2011. № 2. С. 178–184.
10. Лавровский Б.Л. Территориальная дифференциация и подходы к ее ослаблению в Российской Федерации // Экономический журнал Высшей школы экономики. 2003. Т. 7. № 4. С. 524–537.
11. Морошкина М.В. Межрегиональная дифференциация субъектов Российской Федерации // Экономический анализ: теория и практика. 2014. Т. 13. № 45. С. 20–28.
12. Погодина Е.А., Катаев Е.Н. Оценка уровня и глубины дифференциации экономического и социального развития регионов Приволжского федерального округа // Национальные интересы: приоритеты и безопасность. 2014. Т. 10. № 21. С. 30–37.
13. Ускова Т.В. Пространственное развитие территорий: состояние, тенденции, пути снижения рисков // Проблемы развития территории. 2015. № 1(75). С. 7–15.
14. Ускова Т.В. Устойчивость развития территорий и современные методы управления // Проблемы развития территории. 2020. № 2(106). С. 7–18. doi: <https://doi.org/10.15838/ptd.2020.2.106.1>.
15. Усманов Д.И. Неравенство социально-экономического развития регионов России // European Social Science Journal («Европейский журнал социальных наук»). 2014. № 5–1(44). С. 476–480.
16. Чemezова Е.Ю. Типологии субъектов РФ по уровню социально-экономического развития // Вестник НГУЭУ. 2010. № 1. С. 171–176.
17. ООН. Преобразование нашего мира: Повестка дня в области устойчивого развития на период до 2030 года. Резолюция, принятая Генеральной Ассамблеей 25 сентября 2015 года. ООН, 2015. 45 с. URL: <https://documents-dds-ny.un.org/doc/UNDOC/GEN/N15/291/92/PDF/N1529192.pdf?>
18. Айвазян С.А. и др. Прикладная статистика: Классификация и снижение размерности. М.: Финансы и статистика, 1989. 607 с.
19. Исмайлова Ю.Н., Хрушев С.Е. Типологическая группировка на основе декомпозиции смесей вероятностных распределений // Вестник НГУЭУ. 2020. № 1. С. 255–267. doi: <https://doi.org/10.34020/2073-6495-2020-1-255-267>.
20. Pearson K. Contributions to the Mathematical Theory of Evolution // Philosophical Transactions of the Royal Society of London. 1894. Vol. 185. P. 71–110.
21. Dempster A.P., Laird N.M., Rubin D.B. Maximum Likelihood from Incomplete Data Via the EM Algorithm (with Discussion) // Journal of the Royal Statistical Society B. 1977. Vol. 39. Iss. 1. P. 1–38. doi: <https://doi.org/10.1111/j.2517-6161.1977.tb01600.x>.
22. Celeux G., Diebolt J. The SEM Algorithm: A Probabilistic Teacher Algorithm Derived from the EM Algorithm for the Mixture Problem // Computation Statistics Quarterly. 1985. Vol. 2. No 1. P. 73–82.

23. **Королёв В.Ю.** ЕМ-алгоритм, его модификации и их применение к задаче разделения смесей вероятностных распределений. Теоретический обзор. М.: ИПИ РАН, 2007. 94 с.

24. **Горшенин А.К., Королёв В.Ю., Турсунбаев А.М.** Медианные модификации ЕМ- и SEM-алгоритмов для разделения смесей вероятностных распределений и их применение к декомпозиции волатильности финансовых временных рядов // Информатика и ее применения. 2008. Т. 2. № 4. С. 12–47.

25. **Akaike H.** Information Theory and an Extension of the Maximum Likelihood Principle // Petrov B.N., Csaki F. (eds) Proc. of the 2nd Int. Symposium on Information Theory. Budapest: Akademiai Kiado, 1973. P. 267–281.

26. **Schwartz G.** Estimating the dimension of a model // The Anaals of Statistics. 1978. Vol. 6. Iss. 2. P. 461–464. doi: <https://doi.org/10.1214/aos/1176344136>.

27. **Глинский В.В., Исмайлова Ю.Н.** Вероятностные смеси в измерениях межтерриториальной дифференциации // Вопросы статистики. 2020. Т. 27. № 3. С. 53–64. doi: <https://doi.org/10.34023/2313-6383-2020-27-3-53-64>.

28. **Исмайлова Ю.Н.** Типология данных на основе декомпозиции смесей вероятностных распределений // дисс. ... канд. экон. наук: 08.00.12. Новосибирск: НГУЭУ, 2022. 172 с.

Информация об авторах

Глинский Владимир Васильевич — д-р экон. наук, заведующий научно-исследовательской лабораторией «Устойчивое развитие социально-экономических систем», Сибирский институт управления — филиал РАНХиГС. 630102, г. Новосибирск, ул. Нижегородская, д. 6. E-mail: s444@ngs.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7149-3020>.

Исмайлова Юлия Николаевна — канд. экон. наук, доцент кафедры бизнес-аналитики и статистики, Сибирский институт управления — филиал РАНХиГС. 630102, г. Новосибирск, ул. Нижегородская, д. 6. E-mail: ismaiylova@gmail.com. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1706-6973>.

Хрущев Сергей Евгеньевич — канд. физ.-мат. наук, доцент, старший научный сотрудник лаборатории прикладных обратных задач, Институт математики имени С.Л. Соболева СО РАН. 630090, г. Новосибирск, пр-т акад. Коптюга, д. 4. E-mail: hushew@rambler.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0281-5022>.

Серга Людмила Константиновна — канд. экон. наук, заведующий кафедрой бизнес-аналитики и статистики, Сибирский институт управления — филиал РАНХиГС. 630102, г. Новосибирск, ул. Нижегородская, д. 6. E-mail: serga-lk@ranepa.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8934-8876>.

Финансирование

Исследование выполнено при финансовой поддержке РНФ, проект № 22–28–00629.

References

1. **Granberg A.G., Ershov Yu.S.** Short-Term Consequences of the Impact of the Crisis on the Spatial Development of the Russian Economy. In: Suspitsyn S.A. (ed.) *Optimization of Territorial Systems*. Novosibirsk: IEOPP SB RAS; 2010. Pp. 206–214. (In Russ.)

2. **Granberg A.G.** et al. World Crisis and Russian Spatial Socio-Economic Development Strategy. *Region: Economics and Sociology*. 2009;(4):69–101. (In Russ.)

3. **Baranov S.V., Skufina T.P.** Comparative Dynamics of Economic Growth and Interregional Differentiation of the Northern Region of Russia. *Voprosy Statistiki*. 2015;(11):69–77. (In Russ.)

4. **Glushchenko K.P.** On Estimation of Inter-Regional Inequality. *Prostranstvennaya Ekonomika = Spatial Economics*. 2015;(4):39–58. (In Russ.) Available from: <https://doi.org/10.14530/se.2015.4.039-058>.

5. **Glinitsky V.V., Serga L.K., Bulkina A.M.** Differentiation of Municipal Entities as a Factor of Economic Development of Territories. *Voprosy Statistiki*. 2016;(8):46–52. (In Russ.)

6. **Gubanova E.S., Kleshch V.S.** Overcoming Socio-Economic Inequality as a Condition for Sustainable and Balanced Spatial Development of the Region. *Economic and Social Changes: Facts, Trends, Forecast*. 2019;12(5):44–57. (In Russ.) Available from: <https://doi.org/10.15838/esc.2019.5.65.3>.

7. **Zaytseva Y.** Interregional Differentiation in BRIC Countries: Possibilities for Assessment. *World Economy and International Relations*. 2010;(5):44–51. (In Russ.) Available from: <https://doi.org/10.20542/0131-2227-2010-5-44-51>.

8. **Kolomak E.A.** Interregional Disparities in Russia: Economic and Social Aspects. *Prostranstvennaya Ekonomika = Spatial Economics*. 2010;(1):26–35. (In Russ.) Available from: <https://doi.org/10.14530/se.2010.1.026-035>.

9. **Konopatskaya E.A.** Differentiation of Regions of the Russian Federation According to the Level of Development of Human Capital. *Economics, Statistics and Informatics. Vestnik UMO*. 2011;(2):178–184. (In Russ.)

10. **Lavrovsky B.L.** Regional Asymmetry in Russian Federation: Estimation and Approaches to its Reduction. *HSE Economic Journal*. 2003;7(4):524–537. (In Russ.)

11. **Moroshkina M.V.** Trans-Regional Differentiation of Subjects of the Russian Federation. *Economic Analysis: Theory and Practice*. 2014;13(45):20–26. (In Russ.)
12. **Pogodina E.A., Kataev E.N.** An Assessment of Differentiation Degree of Economic and Social Development of the Volga Federal District's Regions. *National Interests: Priorities and Security*. 2014;10(21):30–37. (In Russ.)
13. **Uskova T.V.** Spatial Development of Territories: State, Trends, Ways of Reducing Risks. *Problems of Territory's Development*. 2015;1(75):7–15. (In Russ.)
14. **Uskova T.V.** Territories' Sustainable Development and Modern Management Methods. *Problems of Territory's Development*. 2020;2(106):7–18. (In Russ.) Available from: <https://doi.org/10.15838/ptd.2020.2.106.1>.
15. **Usmanov D.I.** Inequality in the Socio-Economic Development of Russian Regions. *European Social Science Journal*. 2014;5-1(44):476–480. (In Russ.)
16. **Chemezova E.Yu.** Typologies of Subjects of the Russian Federation According to the Level of Socio-Economic Development. *Vestnik NSUEU*. 2010;(1):171–176. (In Russ.)
17. UN. *Transforming Our World: The 2030 Agenda for Sustainable Development. Resolution adopted by the General Assembly on 25 September 2015*. UN, 2015. 45 p. Available from: <https://documents-dds-ny.un.org/doc/UNDOC/GEN/N15/291/89/PDF/N1529189.pdf?>
18. **Aivazyan S.A.** et al. *Applied Statistics: Classification and Dimension Reduction*. Moscow: Finansy i Statistika Publ.; 1989. 607 p. (In Russ.)
19. **Ismailylova Yu.N., Khrushchev S.E.** Typological Grouping Based on Decomposition of Probability Distributions Mixtures. *Vestnik NSUEU*. 2020;(1):255–267. (In Russ.) Available from: <https://doi.org/10.34020/2073-6495-2020-1-255-267>.
20. **Pearson K.** Contributions to the Mathematical Theory of Evolution. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London*. 1894;(185):71–110.
21. **Dempster A.P., Laird N.M., Rubin D.B.** Maximum Likelihood from Incomplete Data Via the EM Algorithm (with Discussion). *Journal of the Royal Statistical Society B*. 1977;39(1):1–38. Available from: <https://doi.org/10.1111/j.2517-6161.1977.tb01600.x>
22. **Celeux G., Diebolt J.** The SEM Algorithm: A Probabilistic Teacher Algorithm Derived from the EM Algorithm for the Mixture Problem. *Computation Statistics Quarterly*. 1985;2(1):73–82.
23. **Korolev V.Yu.** *EM-Algorithm, Its Modifications and Their Application to the Problem of Separation of Mixtures of Probability Distributions. Theoretical Review*. Moscow: IPI RAN; 2007. 94 p. (In Russ.)
24. **Gorshenin A.K., Korolev V.Yu., Tursunbaev A.M.** Median Modification of Em- and Sem-Algorithms for Separation of Mixtures of Probability Distributions and Their Application to the Decomposition of Volatility of Financial Time Series. *Informatics and Applications*. 2008;2(4):12–47. (In Russ.)
25. **Akaike H.** Information Theory and an Extension of the Maximum Likelihood Principle. In: Petrov B.N., Csaki F. (eds) *Proc. of the 2nd Int. Symposium on Information Theory*. Budapest: Akademiai Kiado; 1973. Pp. 267–281.
26. **Schwartz G.** Estimating the Dimension of a Model. *The Annals of Statistics*. 1978;6(2):461–464. Available from: <https://doi.org/10.1214/aos/1176344136>.
27. **Glinskiy V.V., Ismailylova Yu.N.** Probabilistic Mixtures in Measurements of Interterritorial Differentiation. *Voprosy Statistiki*. 2020;27(3):53–64. (In Russ.) Available from: <https://doi.org/10.34023/2313-6383-2020-27-3-53-64>.
28. **Ismailylova Yu.N.** *Data Typology Based on the Decomposition of Mixtures of Probability Distributions*. Cand. Economy Sci. Diss. 08.00.12. Novosibirsk: National State University of Economics; 2022. 172 p. (In Russ.)

About the authors

Vladimir V. Glinskiy – Dr. Sci. (Econ.), Professor, Head, Research Laboratory «Sustainable Development of Social and Economic Systems», Siberian Institute of Management – Branch of RANEPa. 6, Nizhegorodskaya Str., Novosibirsk, 630102, Russia. E-mail: s444@ngs.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7149-3020>.

Yuliya N. Ismailylova – Cand. Sci. (Econ.), Associate Professor, Department of Business Analytics and Statistics, Siberian Institute of Management – Branch of RANEPa. 6, Nizhegorodskaya Str., Novosibirsk, 630102, Russia. E-mail: ismailylova@gmail.com. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1706-6973>.

Sergey E. Khrushchev – Cand. Sci. (Phys.-Math.), Associate Professor, Senior Researcher, Laboratory of Applied Inverse Problems, Sobolev Institute of Mathematics of the SB RAS. 4, Acad. Koptyuga Ave., Novosibirsk, 630090, Russia. E-mail: hreshew@rambler.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0281-5022>.

Lyudmila K. Serga – Cand. Sci. (Econ.), Associate Professor, Head, Department of Business Analytics and Statistics, Siberian Institute of Management – Branch of RANEPa. 6, Nizhegorodskaya Str., Novosibirsk, 630102, Russia. E-mail: serga-lk@ranepa.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8934-8876>.

Funding

The study was funded by the Russian Science Foundation, project no. 22-28-00629.

Социально-экономическое развитие России в условиях мирового кризиса и санкционных войн в 2021–2022 годах

Александр Адольфович Френкель,
Борис Иванович Тихомиров,
Антон Александрович Сурков
Институт экономики РАН, г. Москва, Россия

В статье рассматриваются результаты социально-экономического развития России в 2021–2022 гг., дается прогноз по ряду макроэкономических показателей на 2023 г. Основные направления анализа — состояние, тренды и угрозы российской экономике, динамика промышленного производства, цен, инфляции и внешней торговли.

Отмечается, что до принятия беспрецедентных западных санкций в связи с началом специальной военной операции, российская экономика достигла сравнительно высоких макропоказателей развития. На основе анализа результатов макроэкономической динамики, наблюдаемой в начале 2022 г., авторы делают вывод о сохранении тренда экономического роста в первом квартале, а по ряду показателей и в первом полугодии текущего года. Однако этот тренд начал претерпевать существенные изменения. Подчеркивается, что объявленные России беспрецедентные производственно-технологические, финансовые, денежно-кредитные, торгово-экономические, информационные и другие санкции потребовали внесения действующей системой управления корректив в принципы и приоритеты государственной социально-экономической политики.

Показано, каким образом в связи с геополитическими изменениями стали решаться задачи противодействия объявленным России санкционным войнам. Речь идет об обеспечении социальных гарантий, устойчивости экономики в целом, финансовой и денежно-кредитной систем, стабилизации потребительского рынка, цен и инфляции, а также поиска более надежных внешнеэкономических партнеров и механизмов расчетов между ними в национальных валютах.

Подчеркивается обоснованность формирования показателей стратегического развития на 2023–2025 гг. исходя из принципов и приоритетов новой государственной социально-экономической политики.

Ключевые слова: национальный суверенитет, мировой кризис, санкционные войны, стагнация, рецессия, деловая активность, логистика, макроэкономические показатели, промышленное производство, потребительская инфляция, цены производителей, внешняя торговля, государственная политика.

JEL: E23, E31, F15, F51, O47.

doi: <https://doi.org/10.34023/2313-6383-2022-29-6-25-43>.

Для цитирования: Френкель А.А., Тихомиров Б.И., Сурков А.А. Социально-экономическое развитие России в условиях мирового кризиса и санкционных войн в 2021–2022 годах. Вопросы статистики. 2022;29(6):25–43.

Socio-Economic Development of Russia amid Global Crisis and Sanctions Wars in 2021–2022

Alexander A. Frenkel,
Boris I. Tikhomirov,
Anton A. Surkov
Institute of Economics of the Russian Academy of Sciences (RAS), Moscow, Russia

The article discusses results of the socio-economic development of Russia in 2021–2022, and presents the forecast of macroeconomic indicators for 2023. Main directions of analysis are as follows: the state, trends and threats to the Russian economy, dynamics of industrial production, prices, inflation and foreign trade are considered.

It is noted that before the adoption of unprecedented Western sanctions under the pretext of launching a special military operation, the Russian economy had achieved relatively high macro indicators of development. Based on the analysis of the results of macroeconomic dynamics observed at the beginning of 2022, the authors conclude that the trend of economic growth continued in the first quarter, and for a number

of indicators in the first half of this year. However, this positive trend began to undergo significant changes. It is emphasized that the unprecedented financial, monetary, trade, economic, informational and other sanctions imposed on Russia required the current management system to make adjustments to the principles and priorities of the state socio-economic policy.

The rationale is given for the fact that under the pressure of world geopolitics, the tasks of countering the sanctions wars declared to Russia have taken on key positions. It is concerned with providing social guarantees, ensuring the stability of the financial and monetary systems, stabilizing the consumer market, prices and inflation, as well as searching for more reliable foreign trade partners and mechanisms for settlements between them in national currencies.

The validity of the formation of strategic development indicators for the next three-year period 2023–2025 based on the principles and priorities of the new state socio-economic policy is noted.

Keywords: national sovereignty, global crisis, sanctions wars, stagnation, recession, business activity, logistics, macroeconomic indicators, industrial production, consumer inflation, producer prices, foreign trade, state policy.

JEL: E23, E31, F15, F51, O47.

doi: <https://doi.org/10.34023/2313-6383-2022-29-6-25-43>.

For citation: Frenkel A.A., Tikhomirov B.I., Surkov A.A. Socio-Economic Development of Russia amid Global Crisis and Sanctions Wars in 2021–2022. *Voprosy Statistiki*. 2022;29(6):25–43. (In Russ.)

Введение

В 2021 – начале 2022 гг. Россия вышла на сравнительно высокие макроэкономические показатели развития. Этому способствовали завершение острой фазы пандемии, оживление деловой активности, рост мировых цен на газ, нефть и другие сырьевые ресурсы, а также «запаздывание» с объявлением новых масштабных западных санкций при нарастании угроз их принятия в конце 2021 – начале 2022 гг.

Так по итогам 2021 г. наблюдался существенный рост ключевых экономических показателей: валового внутреннего продукта (ВВП) и инвестиций в основной капитал, соответственно, на 4,7 и 7,7%¹. Еще более значительно, на 39,3%, вырос внешнеторговый оборот. При этом реальные располагаемые денежные доходы населения (РРДН) увеличились на 3,0%.

Положительная макроэкономическая динамика в основном сохранялась и в I квартале 2022 г. Выросли ВВП, нефтегазовые доходы, инвестиционная активность, промышленное производство, платные услуги населению, номинальная и реальная зарплаты.

Однако в конце I и начале II кварталов 2022 г. финансовая и денежно-кредитная стабильность и, как следствие, динамика экономического роста начали претерпевать существенные негативные изменения.

Беспрецедентные западные санкции, поводом для которых стало проведение Россией

специальной военной операции на Донбассе и Украине (СВО), потребовали определенной корректировки принципов и приоритетов государственной социально-экономической политики. При этом, как неоднократно отмечал Президент РФ, неизменным приоритетом в условиях санкций должен оставаться рост благосостояния и качества жизни людей. Прежде всего, преодоление систематического повышения цен и инфляции, а также падения реальных располагаемых денежных доходов населения, которые за 1-е полугодие 2022 г. сократились на 0,8%. Следует отметить, что еще более значительно, на 1,3%, снизилась реальная заработная плата².

Под давлением западных санкций стала наблюдаться тенденция погружения ряда социально значимых показателей в отрицательную зону, особенно на начальном этапе. Причем в их динамике появилась нестабильность.

В условиях новой геополитической реальности приоритетными стали вопросы противодействия объявленным России санкционным войнам. Прежде всего, обеспечение социальных гарантий, устойчивости производственной, финансовой и денежно-кредитной систем, стабилизация потребительского рынка, цен и инфляции, выбор более надежных партнеров в рамках соответствующих деловых процессов.

Это требует от государства и бизнеса в кратчайший срок сформировать новую логику высокотехнологичных кооперационных связей

¹ Доклад «Социально-экономическое положение России в январе-марте 2022 года». URL: <https://rosstat.gov.ru/storage/mediabank/osn-03-2022.pdf>.

² Там же.

всех участников деловых процессов. Построение новой логистики следует рассматривать как системную проблему, требующую для своей практической реализации четкой интеграции действий государства и бизнеса. Как отметил Президент России на Петербургском международном экономическом форуме (ПМЭФ), «ошибочно полагать, что время бурных перемен можно, что называется, пересидеть, переждать, что якобы все вернется на круги своя, все будет, как и прежде»³.

Чтобы обеспечить достижение стратегических целей развития страны до 2030 г., Правительству РФ и Банку России необходимо в кратчайший срок осуществить переход на новую модель управления стратегическим развитием [1]. Ее опорой должны стать сформулированные Президентом РФ на ПМЭФ принципы и приоритеты государственной социально-экономической политики. Эта политика должна строиться с учетом использования инструментов стратегического планирования [2]: прежде всего, Основ государственной политики в сфере стратегического планирования⁴, стратегических инициатив Правительства РФ на период до 2030 г.⁵ и уточненного с учетом новой геополитической реальности Единого плана по достижению национальных целей развития РФ на период до 2024 г. и на плановый период до 2030 г.⁶

Цель новой политики — обеспечить решение социальных, экономических, инфраструктурных, технологических и других задач стратегического развития на основе максимального использования финансовых, денежно-кредитных, институциональных и других источников развития [3]. При этом социально-экономическая политика должна выполнять ведущую роль по отношению к финансовой, денежно-кредитной, промышленной, топливно-энергетической и другим политикам [4, 5].

Состояние, тренды, риски и угрозы социально-экономическому развитию

Как отмечалось выше, итоги развития российской экономики в 2021 и начале 2022 г. по сравнению с аналогичными предшествующими периодами в основном следует считать успешными⁷. Особенно это справедливо для экономического развития в 2021 г. Так, рост ВВП в 2021 г. составил 4,7% по сравнению с его падением на 2,7% в предшествующем году.

Среди других макроэкономических показателей наиболее высокими темпами росли инвестиции в основной капитал. Их прирост составил 7,7% при падении на 3,1% за 2020 г.

Промышленность, строительство, грузооборот транспорта, розничная и оптовая торговля, платные услуги населению приросли в 2021 г. на 6,4; 6,0; 5,6; 7,8; 5,9 и 16,7%, соответственно. Исключением из общего тренда был спад на 0,9% сельскохозяйственного производства.

Относительно спокойным для России оказался 2021 г. и по масштабам воздействия западных угроз и санкций на товарные, валютные и другие международные рынки. Значительно выросли цены на российские экспортные товары (газ, нефть, уголь, металлы, удобрения), увеличились золотовалютные резервы (ЗВР), средства Фонда национального благосостояния (ФНБ), внешне-торговый оборот, стабилизировался курс национальной валюты.

Наиболее значительно вырос внешнеторговый оборот, достигнув, по данным Банка России, 798,0 млрд долларов.

Доходы федерального бюджета в 2021 г., по данным Минфина, превысили 25,286 трлн рублей, что почти на 34,8% выше показателя, принятого на 2021 г. в законе о федеральном бюджете⁸. По отношению к доходам 2020 г. (18,722 трлн рублей) рост составил более 35%. Расходы, составившие

³ Информация о Пленарном заседании Петербургского международного экономического форума с участием Президента РФ 17 июня 2022 г. под девизом «Новый мир — новые возможности». URL: <http://kremlin.ru/events/president/news/68669>.

⁴ Основы государственной политики в сфере стратегического планирования в Российской Федерации, утверждены Указом президента РФ от 8 ноября 2021 г. № 633. URL: <http://static.kremlin.ru/media/events/files/ru/BOddxzlybCLshjvE7Ad5PDMYNWSYwvtA.pdf>.

⁵ Перечень инициатив социально-экономического развития до 2030 года, утвержден распоряжением Правительства РФ от 6 октября 2021 г. № 2816-р. URL: <http://government.ru/news/43451>.

⁶ Единый план по достижению национальных целей развития РФ на период до 2024 г. и на плановый период до 2030 г. URL: Plan_po_dostizheniyu_nacionalnyh_celey_razvitiya_do_2024g.pdf.

⁷ Доклад «Социально-экономическое положение России в январе-марте 2022 года». URL: <https://rosstat.gov.ru/storage/mediabank/osn-03-2022.pdf>.

⁸ Экономическая экспертная группа. Обзор экономических показателей от 18 февраля 2022 г. URL: http://www.eeg.ru/downloads/obzor/rus/pdf/2022_02.pdf.

24,762 трлн рублей, оказались почти на 2,12% ниже доходов, что привело к образованию профицита в 524,0 млрд рублей при запланированном дефиците бюджета почти в 2,8 трлн рублей.

Причем и этот итог стал возможным в основном благодаря «прорыву» в закрытии государственных контрактов в декабре 2021 г., на начало которого исполнение федерального бюджета составляло лишь 80% от утвержденных бюджетных назначений на этот год. В результате удалось достичь довольно высокого уровня исполнения федерального бюджета в 97%, хотя в ряде отраслей и сфер национального хозяйства объемы освоения выделенных средств едва превышали 90%.

Однако наиболее противоречивое и разнонаправленное развитие наблюдалось в социальной сфере. Так, за 2021 г., по данным Росстата, произошел масштабный рост РРДН — на 3,0%. Улучшилась ситуация на рынке труда: общая численность безработных и численность официально зарегистрированных безработных сократились на 16,0 и 44,1%, соответственно, по сравнению с ростом этих показателей на 27,6% и в 4,0 раза в 2020 г.

Несмотря на улучшение ряда показателей социальной сферы в 2021 г. произошло значительное падение численности населения страны, которая на начало 2022 г. составила 145,6 млн человек и сократилась на 612,8 тыс. Лишь благодаря миграционному приросту, удалось на 41,2% компенсировать естественную убыль населения.

Следует заметить, что рост экономики в 2021 г. в значительной мере стал результатом действия ценового фактора, в том числе и на мировых рынках. Так, цены отечественных производителей промышленных товаров по сравнению с декабрем 2020 г. выросли на 28,5%, а потребительские цены — на 8,4%. На повышательную динамику 2021 г. повлияла также и низкая статистическая база пандемийного 2020 г.

Несмотря на действие разнонаправленных и противоречивых трендов, а также на неравномерную и нестабильную динамику восстановления после пандемии ряда отраслей и сфер национального хозяйства, деловая активность в 2021 г. относительно 2020 г. возросла, что создавало благоприятные перспективы для ускорения развития в 2022 г. [6].

Таким образом, 2021 г. мог бы стать основой для ускорения реализации стратегических инициатив Правительства РФ на период до 2030 г., национальных проектов и государственных про-

грамм при более рациональном использовании получаемых в течение года сверхплановых доходов и более эффективной финансовой и денежно-кредитной политике. Так, по итогам 2021 г. уровень достижения целей национальных проектов составил 98,0%.

Начало 2022 г. также не предвещало смены вектора социально-экономического развития. Однако новые западные санкции резко изменили ситуацию на международных финансовых и товарных рынках, что оказало негативное воздействие и на российские рынки [7]. Наиболее жесткими и вредоносными для России оказались социальные, производственные, денежно-кредитные и финансовые санкции, некоторые из которых сопровождаются значительными экономическими потерями самих стран — участниц санкционных войн [8].

Из-за падения объемов ЗВР, вынужденного понижения качества импорта, сокращения состава товарной номенклатуры внешнеэкономической деятельности (ТНВЭД) и других структурных сдвигов, вызванных санкциями и нарушениями логистических цепочек высокотехнологичных связей с развитыми странами, образовались угрозы изменения качества и структуры производства и, как следствие, валовой добавленной стоимости ВВП.

Наибольший финансовый и психологический ущерб вызвала заморозка с угрозой конфискации 300 млрд долларов валютных активов России за рубежом. Из общего объема валютных резервов (около 510 млрд долларов) это составляет более 58,8% при уровне ЗВР на начало СВО в 640 млрд долларов. Из них золотой запас (около 2,3 тыс. т), хранящийся в России, заблокировать, естественно, не удалось. Возник лишь запрет на его покупку физическими и юридическими лицами США.

В части денежно-кредитных санкций следует отметить отказ от предоставления России займов и кредитов, запрет на погашение платежей по суверенному долгу с целью объявления России дефолта, выведение финансовых средств из совместных предприятий, консорциумов и предприятий других форм собственности, отключение от Международной платежной системы SWIFT ряда российских кредитных организаций.

Первые месяцы 2022 г. в силу относительно успешного завершения 2021 г. и определенной инерционности экономики не предвещали зна-

чительных угроз для макроэкономической и финансовой стабильности. Так I квартал, по данным Росстата, завершился ростом ВВП, инвестиций в основной капитал и реальной заработной платы на 3,5; 12,8 и 3,0%, соответственно. Увеличился объем средств ФНБ, составивший на 1 апреля 2022 г. около 13,04 трлн рублей. Профицит федерального бюджета составил свыше 1,3 трлн рублей.

Не вписалась в этот тренд динамика РРДН, которые по-прежнему сохранились в отрицательной зоне (снижение на 1,2%), хотя по сравнению с I кварталом 2021 г. (падение на 4,0%) темпы падения значительно снизилось.

Усилился и отток капитала, по оценке Банка России, он превысил 64,0 млрд долларов и составил около 85,4% от объема 2021 г.

По итогам 1-го полугодия 2022 г. динамика социально-экономического развития подверглась более значительной трансформации. Прирост большинства социально значимых макропоказателей начал существенно снижаться и стала набирать силу угроза ускорения их погружения в отрицательную зону. Так, за 1-е полугодие 2022 г. ВВП по сравнению с аналогичным периодом предшествующего года снизился на 0,4% при его росте на 5,0% за 1-е полугодие 2021 г.⁹ Инвестиции в основной капитал, по данным Росстата, напротив, выросли на 7,8%.

Прирост промышленного, сельскохозяйственного и строительного производств, грузового транспорта и платных услуг населению составили 1,3; 2,2; 4,0; 0,5 и 4,7% по сравнению с 5,2, (-0,2), 7,4; 5,2 и 19,4% за 1-е полугодие 2021 г., соответственно.

Эта противоречивая динамика макроэкономических показателей оказала отрицательное воздействие на развитие социальной сферы, прежде всего, на уровень жизни, занятость населения, потребительский спрос и т. д. Так РРДН снизились на 0,8% по сравнению с их ростом на 1,7% за 1-е полугодие 2021 г. Недопустимо высоким оказался прирост потребительских цен, которые за полугодие выросли на 11,4%. Существенно выросли и цены производителей промышленных товаров, сельскохозяйственной продукции, товаров и услуг инвестиционного назначения, а также

тарифы на грузовые перевозки. За 1-е полугодие (к декабрю 2021 г.) они выросли на 4,6; 1,6; 12,5 и 9,4%, соответственно.

Произошло дальнейшее значительное падение численности населения, которая за I полугодие сократилась на 480,6 тыс. человек, и на 1 июля 2022 г. составила 145,1 млн человек. За аналогичный период прошлого года она уменьшилась на 307,7 тыс. человек. Число умерших (1019,0 тыс.) превысило число родившихся (635,2 тыс.) в 1,6 раза, что практически не изменило уровень соотношения смертности и рождаемости по сравнению с 1-м полугодием 2021 г. Причем, наряду с естественной убылью населения (на 383,8 тыс. человек), впервые наблюдался и масштабный миграционный отток (на 96,7 тыс. человек), что не позволило, как в предшествующие годы, компенсировать за счет мигрантов эту естественную убыль.

Международные резервы РФ снизились на 1 июля 2022 г. до 584,1 млрд долларов (на 1,3% по сравнению с 1 июля 2021 г.).

Упал оборот оптовой и розничной торговли на 6,8 и 3,4%, соответственно, при его росте на 10,7 и 10,9% за 1-е полугодие 2021 г.

Кредиторская задолженность организаций выросла на конец июня 2022 г. на 16,5% и превысила 80,4 трлн рублей.

В этой ситуации в целях предотвращения угрозы финансового коллапса государством были приняты меры по пополнению оборотного капитала и отсрочке платежей по страховым взносам. Данное решение с учетом льготных форм кредитования, включая ипотеку, повышением дисциплины кассового исполнения бюджета и снижением почти на треть объема государственного внешнего долга стало ключевым для временной стабилизации финансов и обеспечения сбалансированности бюджетной системы.

В результате по итогам 1-го полугодия 2022 г. доходы федерального бюджета составили свыше 14,0 трлн рублей (рост почти на четверть по сравнению с аналогичным периодом 2021 г.), расходы — более 12,5 трлн рублей и профицит — 1,5 трлн рублей¹⁰.

Что касается прогноза итогов 2022 г., то при всем многообразии количественных оценок

⁹ Доклад «Социально-экономическое положение России в январе-июле 2022 года». URL: <https://rosstat.gov.ru/storage/mediabank/osn-07-2022.pdf>.

¹⁰ Информация о заседании Правительства РФ 24 августа 2022 г. по вопросу исполнения федерального бюджета за 1-е полугодие 2022 г. URL: <http://government.ru/meetings/46325/stenograms/>.

(Минэкономразвития России, Банка России и экспертного сообщества) вектор прогноза итогов 2022–2023 гг. становится все более односторонним. Однако это не меняет установок Президента РФ на достижение целей и макропоказателей стратегического развития страны на долгосрочную перспективу до 2030 г.

Прежде всего, прогнозируется дальнейшее глубокое падение ВВП. Так по уточненному прогнозу Минэкономразвития России в 2022 и 2023 гг. снижение ВВП составит 2,9 и 0,8% (см. таблицу 1). Международный валютный фонд (МВФ) спрогнозировал для российской экономики более глубокое погружение динамики ВВП в отрицательную область с падением в 2022 и 2023 гг. до 3,4 и 2,3%, соответственно. Близкие оценки динамики ВВП прогнозируют и многие другие организации и специалисты экспертного сообщества [9].

По нашей оценке, падение ВВП составит в 2022 и 2023 гг. 5,1 и 1,3%, соответственно (см. таблицу 1). Это падение связано как с угрозой еще более значительной потери Россией западных рынков вплоть до введения предельных цен на поставляемые Россией «сверхприбыльные» сырьевые ресурсы, прежде всего нефть и газ. Кроме того, следует учесть значительные затраты финансов и времени на реализацию инфраструктурных проектов по формированию новой логистики.

Новая волна санкций возможна также и в связи с угрозами роста мировой инфляции и мировых цен на топливно-энергетические и другие сырьевые ресурсы, особенно, если не удастся преодолеть эти угрозы к началу предстоящего зимнего периода.

Неблагоприятное развитие экономической ситуации ожидается с ростом цен и инфляции в самой России. Так денежно-кредитная политика Банка России по достижению целевого уровня инфляции в 4,0% привела в 2021 г. к ее более чем двукратному росту. За 2022 и 2023 гг., по оценке, рост инфляции составит не менее 12,0 и 5,0%, соответственно, а достижение целевого уровня в 4,0% вновь сдвигается на 2024–2025 гг.

Несколько оптимистичнее обстоит дело с прогнозом динамики РРДН. Так, по оценке Минэкономразвития России, в текущем году их снижение составит 2,2% при приросте в 2023 г. на 1,6% по сравнению с 2022 г. По нашей оценке, снижение РРДН в эти годы составит 2,7 и 0,6%.

При продолжающейся рецессии в экономике и высокой инфляции нет достаточных оснований для смены вектора РРДН.

Основной характеристикой оживления деловой активности является рост инвестиций в основной капитал. По прогнозу Минэкономразвития России, в 2022 г. следует ожидать их снижения на 2,0%, что соответствует нашей оценке их снижения в 2022 г. на 1,9%. Что касается 2023 г., то падение инвестиций, по нашей оценке, ожидается более значительным – на 1,7% против 1,0% по прогнозу Минэкономразвития России, поскольку мы исходим из большего снижения ВВП в данном году (см. таблицу 1).

Не выйдет из отрицательной зоны, по прогнозу ИЭ РАН, и оборот розничной торговли с падением в 2022 и 2023 гг. на 6,2 и 0,9%, соответственно. По прогнозу Минэкономразвития России, после глубокого спада (на 6,1%) следует с 2023 г. ожидать его прироста на 2,7%.

На рынке труда в 1-м полугодии 2022 г. по сравнению с аналогичным периодом прошлого года наблюдалось некоторое улучшение ситуации. Так, если в июне 2021 г. численность безработных, по методологии Международной организации труда, составила 3,6 млн человек, то в июне 2022 г. она сократилась до 3,0 млн при численности официально признанных безработными 1,2 и 0,7 млн человек, соответственно. Однако в текущем году, по прогнозу Минэкономразвития, следует ожидать достижения уровня безработицы в 4,2% к численности рабочей силы, а в 2023 г. ее роста до 4,4% при значительном увеличении скрытых форм безработицы.

Президент РФ выразил твердую уверенность, что национальная экономика выйдет из искусственно созданного кризиса, несмотря на беспрецедентное давление Запада, более устойчивой и стабильной, более подготовленной для дальнейшего стратегического развития в заданном направлении. При этом необходимо сконцентрировать отечественные экономические, финансовые, административные ресурсы на ключевых прорывных решениях, включая сквозные технологии в стратегических отраслях, которые обеспечат наш национальный суверенитет [10], а также на создании и развитии технологически продвинутых, обладающих мировой конкурентоспособностью экспортно ориентированных производств [11].

Таблица 1

Макроэкономические индикаторы

Показатели	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	Прогноз Института экономики РАН		Прогноз Минэкономразвития России	
										2022	2023	2022	2023
ВВП в %: к предыдущему году													
к 2013 г.	101,8 100,0	100,7 100,7	98,0 98,7	100,2 98,9	101,8 100,7	102,8 103,5	102,0 105,6	97,3 102,7	104,7 107,5	96,5 103,8	98,7 100,7	97,1 104,4	99,2 103,6
Продукция промышленности в %: к предыдущему году													
к 2013 г.	100,4 100,0	102,0 102,0	100,2 102,2	101,8 104,0	103,7 107,9	103,5 111,7	103,4 115,5	97,9 113,0	106,4 120,3	98,4 118,4	98,1 114,3	98,2 118,1	98,7 116,6
Продукция сельского хозяйства в %: к предыдущему году													
к 2013 г.	106,2 100,0	104,1 104,1	102,1 106,3	104,8 111,4	102,9 114,6	99,8 114,4	104,3 119,3	101,3 120,9	99,1 119,8	100,9 120,8	101,1 122,2	100,5 120,4	101,6 122,3
Инвестиции в основной капитал в %: к предыдущему году													
к 2013 г.	99,8 100,0	98,5 98,5	89,9 88,6	99,8 88,4	104,8 92,6	105,4 97,6	101,7 99,3	96,9 96,2	107,7 103,6	98,1 101,6	98,3 99,9	98,0 101,5	99,0 100,5
Оборот розничной торговли в %: к предыдущему году													
к 2013 г.	103,9 100,0	102,7 102,7	90,0 92,4	95,2 88,0	101,3 89,1	102,8 91,6	101,9 93,4	96,8 90,4	107,8 97,4	93,8 91,4	99,1 90,6	93,9 91,5	102,7 94,0
Денежная масса M2 млрд рублей на конец года	31 404,7	31 555,6	35 179,7	38 417,8	42 442,1	47 109,3	51 660,3	58 651,1	66 252,4	78 442,8	87 463,8		
в % к предыдущему году	115,0	100,5	111,5	109,2	110,5	111,0	109,7	113,5	113,0	118,4	111,5		
в % к 2013 г.	100,0	100,5	112,1	122,4	135,2	150,1	164,6	186,9	211,2	250,0	278,8	н. д.	н. д.
Индекс потребительских цен (декабрь отчетного года к декабрю предыдущего года), в %	106,5	111,4	112,9	105,4	102,5	104,3	103,0	104,9	108,4	111,2	105,9	112,4	105,5
Реальные располагаемые денежные доходы населения в %: к предыдущему году	104,0	99,2	96,4	95,5	99,8	100,1	101,0	98,0	103,0	97,3	99,4	97,8	101,6
к 2013 г.	100,0	99,2	95,6	91,3	91,1	91,2	92,1	90,3	93,0	90,5	90,0	91,0	92,4
Экспорт, млрд долларов в % к предыдущему году	521,8	496,8	341,4	281,7	352,9	443,9	419,7	333,4	494,0	569,4	474,3	578,6	529,0
в % к 2013 г.	98,9	95,2	68,7	82,5	125,3	125,8	94,5	79,4	148,2	115,3	83,3	117,1	91,4
Импорт, млрд долларов в % к предыдущему году	341,3	307,9	193,0	191,5	238,4	248,9	253,9	239,6	303,9	298,2	309,6	276,2	303,3
в % к 2013 г.	101,6	90,2	62,7	99,2	124,5	104,4	102,0	94,4	126,8	98,1	103,8	90,9	109,8
Цена нефти марки URALS: долл./баррель	100,0	90,2	56,5	56,1	69,9	72,9	74,4	70,2	89,0	87,4	90,7	80,9	88,9
в % к предыдущему году	107,9	97,7	51,3	41,9	53,1	70,0	63,6	41,7	69,0	79,8	72,9	80,0	70,1
в % к 2013 г.	97,7	90,5	52,5	81,7	126,7	131,8	90,9	65,6	165,5	115,7	91,4	115,9	87,6
	100,0	90,5	47,5	38,8	49,2	64,9	58,9	38,6	63,9	74,0	67,6	74,1	64,9

Примечание: данные о прогнозе Минэкономразвития России взяты из «Прогноз социально-экономического развития Российской Федерации на 2023 год и на плановый период 2024 и 2025 годов», размещенного на сайте Министерства 28 сентября 2022 г. URL: https://economy.gov.ru/material/file/ea2fd3ce38f2e28d51c312ac2bec0917/prognoz_socialno_ekonom_razvitiya_rf_2023-2025.pdf.

Источники: данные Росстата, ИЭ РАН, Минэкономразвития России.

Мировая экономика и экономика России в условиях санкций

Мировая экономика росла в 2021 г. сравнительно высокими темпами, которые, по данным МВФ и Всемирного банка (ВБ) составили 6,0%.

Западные санкции, переходящие в финансовые, торгово-экономические, дипломатические, информационные и иные войны, стали важнейшим фактором на международных рынках, особенно для США. Иногда даже угроз введения новых санкций оказывается достаточно для изменения рыночной конъюнктуры. Причем это приводит к весьма значительным социально-экономическим и финансовым потерям, причиняемых санкциями самим их авторам.

Крайне неблагоприятно для устойчивого стратегического развития России складывается после начала СВО состояние во всех секторах мировой экономики. Новая реальность выражается в небывалой турбулентности финансовых, товарных, трудовых и других рынков, в изменении сквозных технологических платформ базовых отраслей и сфер жизнедеятельности. Это привело к объективной необходимости смены курса стратегического развития с глобализации на регионализацию, на пересмотр логистики движения товаров и услуг, инвестиций, человеческого капитала, что потребовало формирования и реализации новых принципов функционирования государств в многополярном мире, включая Россию.

В торгово-экономической сфере резко обострилась проблема импортозамещения, что требует от государства и бизнеса в кратчайший срок сформировать новую логику высокотехнологичных кооперационных связей производителей товаров и услуг. При этом построение новой логистики следует рассматривать как системную проектную проблему, требующую для своей практической реализации четкой интеграции действий государства и бизнеса с учетом специфики и масштабов реализуемых логистических проектов.

Президент РФ на ПМЭФ определил принципы глобальной экономической системы, которыми будет руководствоваться Россия и которые из-за беспрецедентных западных санкций оказались под ударом. Прежде всего, это касается ключевых для бизнеса понятий — деловой репутации, неприкосновенности собственности и доверия

к мировым валютам, которое оказалось подорванным санкционными войнами.

Следствием этого является неизбежное торможение темпов роста мирового ВВП. По прогнозу МВФ, ожидается снижение темпов роста мирового ВВП в 2022 и 2023 гг. до 3,2 и 2,7%, соответственно.

Нарастают угрозы энергетической и продовольственной безопасности, мирового денежно-кредитного и валютно-финансового кризисов, усиления роста потребительских цен и инфляции. Так, по данным Продовольственной и аграрной организации ООН, только в I квартале 2022 г. цены на продовольствие в мире выросли на 21,0%, и в условиях нарушения равновесия между спросом и предложением их рост продолжится. Именно увеличение спроса, необеспеченного эквивалентным предложением, запустило волну дефицита на мировых товарных рынках и глобальную экспортную инфляцию.

Существенно за 2020–2021 гг., то есть до начала СВО, выросла денежная масса в США и ЕС: на 5,9 трлн долларов (прирост 38%) и на 2,5 трлн евро (прирост 20%), соответственно. Это создало реальную угрозу мировой денежно-кредитной системе, что привело к росту нестабильности резервных и других валют [12]. При этом денежная масса М2 в России за данный период (см. таблицу 1) выросла лишь на 13,5 и 13,0% при прогнозируемом ИЭ РАН ее росте в 2022 и 2023 г. на 18,4 и 11,5%, соответственно.

В условиях новой геополитической реальности формируются новые динамичные, перспективные регионы и торгово-экономические объединения развивающихся государств, активным участником которых является Россия, и интересы которых, по заявлению Президента РФ, «больше невозможно игнорировать»¹¹.

Происходит смещение вектора взаимодействия России со стран Запада на страны южного и восточного направлений Азиатско-Тихоокеанского, Азово-Черноморского и Каспийского регионов. Все более значительную роль в стратегическом развитии России играют международные объединения. Прежде всего, Евразийский экономический союз (ЕАЭС), Объединение Бразилии, России, Индии, Китая и ЮАР (БРИКС), Шанхайская организация сотрудничества (ШОС), Содружество независимых государств (СНГ), Ор-

¹¹ Информация о Пленарном заседании Петербургского международного экономического форума с участием Президента РФ 17 июня 2022 г. под девизом «Новый мир — новые возможности». URL: <http://kremlin.ru/events/president/news/68669>.

ганизация договора о коллективной безопасности (ОДКБ), Саммит Россия — Центральная Азия и другие.

Вырабатываются новые формы интеграции указанных объединений. Например, рассматривается вопрос о представительстве СНГ в качестве наблюдателя в ОДКБ. При этом основными целями интеграции являются углубление стратегического партнерства в экономике, политике, гуманитарной сфере, рост товарооборота, создание новых производственно-сбытовых цепочек, обеспечение бесперебойного функционирования совместных предприятий, выстраивание альтернативных логистических схем, перенастройка механизмов финансовых расчетов на основе единой информационно-коммуникационной технологической платформы (вместо SWIFT).

Так, ЕАЭС принял пакет антикризисных мер, минимизирующих последствия западных санкций и повышающих устойчивость национальных экономик, их макроэкономическую стабильность. Только в сфере таможенного регулирования, начиная с марта 2022 г., обнулены пошлины на более чем 1600 товаров, входящих в ТНВЭД.

В условиях западных санкций новое качество приобретают интеграционные процессы в странах БРИКС, где проживают более 3 млрд человек, реализуется около четверти мировых инвестиций и создается около 25% ВВП, а также формируется пятая часть мирового товарооборота. Китай и Индия входят в пятерку мировых лидеров по объему ВВП, потеснив, соответственно, США и Великобританию, ранее занимавших первое и пятое места в ее составе.

Растет доля БРИКС и в составе ЗВР, приближаясь к 35% мирового уровня. По объему накопленного золотого запаса Россия, Китай и Индия, по данным Всемирного совета по золоту, входят в десятку мировых лидеров.

Внутренний товарооборот России в составе БРИКС вырос за январь—март 2022 г. на 38% и достиг 45 млрд долларов. Под действием западных санкций происходит нарушение логистических цепочек не только у российских производителей товаров и услуг, но и у бывших и новых партнеров России. У покидающих российский рынок иностранных партнеров также возникает потребность формирования новой логистики, что может вызвать приостановку производства из-за введенных

Западом политически мотивированных санкций. Зарубежный бизнес, как и российский, вынужден осуществлять переход на схемы параллельного («серого») импорта и экспорта для поиска решений по противодействию этим санкциям.

Товарооборот России со странами СНГ в 2021 г. увеличился более чем на 30% (до 96 млрд долларов), и в 1-м полугодии этого года, несмотря на ужесточение западных санкций, вырос на 7,0%.

Россия является ведущим инвестором и торговым партнером для стран Центральной Азии, входящих в СНГ (Казахстан, Киргизия, Таджикистан, Туркменистан и Узбекистан). За последние пять лет товарооборот России с ними вырос в два раза, превысив 37 млрд долларов. Причем по итогам 1-го полугодия взаимная торговля увеличилась еще на 16%.

Потеря российского рынка будет иметь для западной экономики как текущие, так и долгосрочные экономические и социально-политические последствия, поскольку приводит не только к потере деловой активности и темпов роста в конкурентной борьбе, но и к ухудшению финансового положения населения и бизнеса из-за роста инфляции и издержек зарубежных компаний. Так, только прямые «счетные» потери ЕС от введения санкций в предстоящем году оцениваются в 400 млрд долларов.

Промышленное производство: рецессия возможна, но не неизбежна

Рассмотрим динамику развития основных отраслей и производств промышленности (см. таблицу 2).

В 2021 г. и 1-м полугодии 2022 г. промышленность в целом выросла на 6,4 и 1,3% к соответствующему периоду предшествующего года.

Добыча полезных ископаемых. Восстановление мировой экономики, рост цен на энергоресурсы и увеличение общей добычи нефти позволили нарастить добычу полезных ископаемых в 2021 г. до уровня, значительно превышающего допандемийные значения.

За 1-е полугодие 2022 г. добыча полезных ископаемых увеличилась на 2,9% относительно аналогичного периода 2021 г., когда наблюдалось ее снижение на 0,1%¹². На добычу, с одной стороны,

¹² Доклад «Социально-экономическое положение России в январе-июне 2022 года». URL: <https://rosstat.gov.ru/storage/mediabank/osn-06-2022.pdf>.

Динамика промышленного производства в 2016–2023 гг.
(в процентах к предыдущему году)

Виды экономической деятельности	Итоги развития промышленного производства						Прогноз Института экономики РАН		Прогноз Минэкономразвития России (базовый вариант)	
	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2022	2023
Промышленность в целом	101,8	103,7	103,5	103,4	97,4	106,4	98,4	98,1	98,2	98,7
Добыча полезных ископаемых	102,3	102,1	104,1	103,4	93,1	104,2	100,2	99,7	104,6	101,4
Обрабатывающие производства	102,6	102,5	102,6	103,6	100,6	107,3	97,2	96,7	102,6	103,0
в том числе:										
производство пищевых продуктов	105,6	104,2	104,9	104,1	103,6	104,2	98,3	94,9	102,0	102,2
производство одежды	107,2	108,5	104,1	103,5	100,5	107,6	99,9	102,1	101,9	103,0
обработка древесины и производство изделий из дерева и пробки, кроме мебели, производство изделий из соломки и материалов для плетения	108,3	103,9	110,6	106,2	100,2	111,6	87,2	102,1	103,3	103,7
производство бумаги и бумажных изделий	100,4	106,9	112,6	104,6	101,9	110,2	99,9	79,8	103,6	103,9
производство кокса и нефтепродуктов	96,8	101,1	101,8	101,6	97,0	103,6	98,7	99,0	102,1	101,7
производство химических веществ и химических продуктов	110,9	105,1	102,7	103,4	107,2	106,8	95,8	101,3	105,3	106,2
производство резиновых и пластмассовых изделий	105,5	103,8	102,4	98,7	103,3	110,7	96,5	98,7	103,7	104,9
производство прочей неметаллической минеральной продукции	98,1	111,2	104,4	109,0	97,9	109,2	100,4	93,1	102,8	103,4
производство металлургическое	99,7	100,1	101,7	103,8	97,5	101,9	100,4	92,6	100,8	101,2
производство готовых металлических изделий, кроме машин и оборудования	112,7	103,4	101,3	107,3	102,3	109,4	109,1	101,8	102,8	103,0
производство электрического оборудования	108,1	104,7	102,9	101,3	99,6	107,4	96,3	123,7	103,1	103,7
производство машин и оборудования, не включенных в другие группировки	101,5	106,8	99,4	113,5	106,4	116,9	105,6	93,4	104,1	104,7
производство автотранспортных средств, прицепов и полуприцепов	105,8	114,5	113,3	96,3	87,4	114,7	53,8	100,3	104,8	106,4
производство прочих транспортных средств и оборудования	108,1	106,3	97,8	99,0	101,6	110,0	96,1	49,0	104,0	104,8
Обеспечение электрической энергией, газом и паром; кондиционирование воздуха	102,0	99,6	101,6	99,2	97,6	107,0	99,6	104,4	101,8	102,0

Примечание: данные о прогнозе Минэкономразвития России взяты из докладов «Прогноз социально-экономического развития Российской Федерации на 2021 год и на плановый период 2022 и 2023 годов» URL: <https://www.economy.gov.ru/material/file/956cde638e96c25da7d978fe3424ad87/Prognosz.pdf> и «Прогноз социально-экономического развития Российской Федерации на 2023 год и на плановый период 2024 и 2025 годов» URL: https://economy.gov.ru/material/file/ea2fd3ce38f2e28d51c312acf2be0917/prognosz_socialno_ekonom_razvitiya_rf_2023-2025.pdf.

Источники: данные Росстата, Института экономики РАН, Минэкономразвития России.

повлияли западные санкции, с другой – рост цен на энергоресурсы даже с учетом дисконта, с которым они продаются в третьи страны. В связи с этим в 2022 г., по нашему прогнозу, увеличение добычи полезных ископаемых составит всего 0,2% относительно 2021 г., а в 2023 г. снизится на 0,3% относительно 2022 г.

Добыча нефти, включая газовый конденсат, за 2021 г. составила 524,6 млн т, что на 2,1% выше, чем годом ранее. На нефтеперерабатывающие заводы было направлено на 3,7% нефти больше, чем в 2020 г., при этом увеличение переработки нефти в 2021 г. не смогло достигнуть уровня 2019 г. При этом, за 1-е полугодие 2022 г. добыча нефти и газа в основном за счет первых четырех месяцев увеличилась на 3,3% по сравнению с аналогичным периодом 2021 г. Однако в связи с ростом экспорта,

нефти на переработку было направлено на 4,2% меньше, чем за аналогичный период 2021 г.

По спросу на нефть мировая экономика в прошлом году вышла на восстановительную динамику. Для России решающим фактором в торможении роста добычи нефти и газа стали западные санкционные ограничения, связанные с СВО. С учетом общей тенденции спада мирового рынка и санкций, направленных на отказ от импорта российской нефти, следует ожидать, что динамика сокращения добычи нефти примет затяжной характер. Этому будет способствовать и снижение уровня добычи странами ОПЕК+. В результате, по нашему прогнозу, в 2022 г. добыча не превысит 512,6 млн т, что на 2,3% ниже уровня 2021 г. Из них на переработку будет направлено 262,7 млн т или на 7,9% меньше, чем в 2021 г.

Сокращение добычи будет способствовать дальнейшему росту цен на нефть и продукты ее переработки, что позволит компенсировать финансовые потери от снижения физических объемов поставок. При этом новые рынки сбыта потребуют дополнительных вложений в трубопроводы и танкеры. В связи с этим, в 2023 г. следует ожидать снижения добычи нефти еще на 4,3% относительно 2022 г. (до 490,3 млн т), а объем нефти, отправленной на переработку, составит 244,4 млн т или на 6,9% меньше уровня 2022 г.

Добыча газа по итогам 2021 г. выросла до 763,0 млрд куб. м, прирост относительно 2020 г. составил 8,2%. За январь—июнь 2022 г. добыча газа сократилась на 0,6% относительно аналогичного периода 2021 г. По нашему прогнозу, по итогам 2022 г. добыча газа сократится до 671,5 млрд куб. м, что на 11,7% ниже, чем в 2021 г. В 2023 г. будет добыто 588,4 млрд куб. м, или на 12,4% ниже добычи в 2022 г.

Добыча угля в 2021 г. составила 507,2 млн. т или 105,1% от уровня 2020 г. На добычу угля в 2021 г. положительно повлияли рост цен на фоне общего их роста на энергоресурсы и восстановление мировой экономики после пандемии. За 1-е полугодие 2022 г. добыча угля сократилась на 0,8% по сравнению с аналогичным периодом 2021 г. Европейские страны практически отказались от поставок угля из России, учитывая наличие собственных ресурсов. По нашему прогнозу, в 2022 и 2023 г. добыча угля составит 499,3 и 498,3 млн т, соответственно, или на 0,4 и 0,2% ниже уровня предшествующего года.

В обрабатывающих производствах объем выпуска в 2021 г. вырос на 7,3%. Практически все отрасли показали прирост относительно 2020 г. Повлияло начавшееся после пандемии общее восстановление экономики. Поэтому максимальный прирост наблюдался именно в отраслях, связанных с производством машин и оборудования, а также автотранспортных средств, которые сильнее всего пострадали в 2019—2020 гг.

Вместе с тем, за январь—июнь 2022 г. прирост в обрабатывающих производствах составил 0,3% относительно января—июня 2021 г. Такой результат достигнут за счет увеличения производства лекарственных средств (на 26,5%) и полиграфической деятельности (на 14,6%) при спаде производства автотранспортных средств и табачных изделий на 39,6 и 16,4%, соответственно.

В целом в обрабатывающих производствах выпуск продукции в 2022 г., по нашему прогнозу, сократится на 2,8% относительно 2021 г. и на 3,3% в 2023 г. относительно 2022 г.

Производство пищевых продуктов за 2021 г. увеличилось на 4,2%. Глобальная продовольственная проблема, связанная с поставками зерновых из Украины, и повсеместный рост цен на пищевые продукты обеспечивают защиту продовольственных товаров из России от введения санкций на их поставки. Однако образовались логистические проблемы в части запрета на поставки комплектов для производства продукции и ее упаковки, что, по нашему прогнозу, по итогам 2022 г. создаст препятствия для роста производства пищевых продуктов, которое останется практически на уровне 2021 г. В связи с этим падение производства составит 1,7%, а в 2023 г. — 5,1%.

Производство кокса и нефтепродуктов за 2021 г. увеличилось на 3,6%. Сильнее всего увеличилось производство автомобильного бензина — на 6,2%, а также топочного мазута — на 5,7%. Тенденции на восстановление в 2021 г. экономики, прежде всего товарооборота, а также рост добычи нефти и угля, авиаперевозок способствовали увеличению производства кокса и нефтепродуктов. В связи с санкционными проблемами, потребовавшими формирования новой логистики экспортных поставок и импорта высокотехнологичного оборудования, данный тренд начал меняться и уже к середине 2022 г. произошло снижение производства кокса и нефтепродуктов на 2,3% относительно аналогичного периода прошлого года. В 2022 г., по нашему прогнозу, снижение производства кокса и нефтепродуктов составит 1,3%, а в 2023 г. — 0,4% относительно 2022 г.

Производство химических веществ и химических продуктов за 2021 г. увеличилось на 6,8%, в том числе за счет возросшего спроса на удобрения и пестициды и ввода в действие новых производственных мощностей на запущенном в конце 2020 г. «Запсибнефтехиме» (Тюменская область), принадлежащем ПАО «СИБУР Холдинг».

В январе—июне 2022 г. снижение выпуска продукции химической отрасли составило 2,5% относительно первого полугодия 2021 г. несмотря на то, что на отдельные виды химического производства (удобрения) из-за угроз продовольственной безопасности, ограничения на экспорт из России пока не приняты. По нашему прогнозу, из-за проблем с запретами на импорт в Россию

технологий и обеспечением импортными материалами химическая промышленность по итогам 2022 г. сократится на 4,2%, а в 2023 г. снижение составит 1,3% относительно 2022 г.

Металлургическое производство в 2021 г. выросло на 1,9%. По ряду металлургических производств наблюдалась разнонаправленная динамика. За январь–июнь 2022 г. прирост производства металлургического комплекса составил только 0,6%. Учитывая, что многие зарубежные рынки закрыты для сбыта продукции, а логистика перехода на другие рынки пока только разрабатывается, то следует ожидать дальнейшего снижения прироста металлургического производства. По нашему прогнозу, увеличение в 2022 г. составит 0,4%, а в 2023 г. — 1,8% относительно 2022 г.

Производство автотранспортных средств в 2021 г. увеличилось на 14,7%. На этот рост в 2021 г. повлияла низкая база прошлых периодов: производство грузового автотранспорта увеличилось на 29,9%, а легковых автомобилей — на 8,2%. Однако в первой половине 2022 г. в автомобильном производстве наблюдалось значительное падение, превышающее уровень пандемийного 2019 г. на 39,7%. При этом снижение производства легковых автомобилей составило 61,8%, а грузовых — 17,7%.

Основной причиной падения производства автомобилей стала нехватка импортных комплектующих, а также полная или частичная приостановка деятельности ряда иностранных автомобильных брендов. Учитывая, что указанные логистические проблемы не могут быть решены в ближайшее время, следует ожидать дальнейшего падения производства автотранспортных средств. По нашему прогнозу, по итогам 2022 и 2023 г. снижение составит 46,2 и 15,1%, соответственно.

Распределительные производства, включая электроэнергетику, газо- и водоснабжение (обеспечение горячей водой и паром), за 2021 г. увеличили выпуск продукции на 7,0%. В производстве электроэнергии наибольший прирост зафиксирован у теплоэлектростанций — 8,7%, а у гидроэлектростанций — только на 0,9%. Производство пара и горячей воды увеличилось на 6,3%. Более холодная погода в течении года и высокие температуры летом позволили нарастить внутреннее потребление электроэнергии. Кроме того, положительный эффект был достигнут и за счет увеличения объемов добычи и производства нефтепродуктов.

В январе–июне 2022 г. распределительные производства увеличили выпуск продукции только на 0,4%. При этом, производство электроэнергии атомными электростанциями увеличилось на 1,6%, а тепловыми — на 3,6%, при снижении на 3,3% производства пара и горячей воды. В 2022 г., по нашему прогнозу, увеличение производства электроэнергии составит 0,7%, а в 2023 г. — ожидается рост на 2,5%. При этом выработка пара и горячей воды увеличится в 2022 г. на 0,5%, а в 2023 г. — на 1,8% относительно 2022 г.

В результате, спад промышленного производства в 2022 и 2023 г., по нашей оценке, составит к соответствующему периоду предшествующего года 1,6 и 1,9% (см. таблицу 2). В значительной мере это связано с ограничениями на поставки в Россию ряда высокотехнологичных видов товаров и услуг, а также на экспорт российской промышленной продукции, например, титана для авиастроительных предприятий Европы и США.

Потребительская инфляция и цены производителей: рост цен продолжается

Потребительские цены и инфляция. Уже в конце 2020 г. динамика потребительских цен продемонстрировала ускорение их роста. В результате за год потребительские цены выросли на 4,9%. А начиная с первого месяца 2021 г., потребительские цены росли ежемесячно, и к концу 2021 г. прирост составил 8,4%.

Начало 2022 г. не изменило тренда их активного роста, и в марте был зафиксирован максимальный прирост с декабря 1998 г. — на 7,6%. Резко выросли цены во всех сегментах потребительского рынка. Однако во II квартале наступил определенный перелом в динамике цен. По итогам июня Росстатом зафиксирована дефляция в отдельных группах товаров потребительского рынка, кроме платных услуг населению (см. таблицу 3). Индекс потребительских цен впервые снизился относительно майских значений на 0,35%. Главной причиной снижения цен стало значительное удешевление плодоовощной продукции на 9,6% в связи с увеличением как отечественных, так и импортных поставок.

За январь–июнь текущего года потребительские цены на товары и услуги (по отношению к декабрю 2021 г.) выросли на 11,4% против прироста на 4,2% за аналогичный период

Таблица 3

Вклад в потребительскую инфляцию отдельных групп товаров и услуг в 1-м полугодии 2022 г.

	Доля отдельных составляющих в индексе потребительских цен, в процентах	Прирост цен, в процентах	Вклад в инфляцию, в процентных пунктах
Продовольственные товары	38,05	12,5	4,8
в том числе:			
хлеб и хлебобулочные изделия	1,57	11,5	0,2
крупа и бобовые	0,70	22,3	0,2
макаронные изделия	1,01	16,2	0,2
мясо и птица	9,22	5,6	0,5
рыба и морепродукты	2,16	12,2	0,3
молоко и молочная продукция	3,20	14,8	0,5
масло сливочное	1,24	15,2	0,2
масло подсолнечное	0,30	13,4	0,0
куриные яйца	0,58	-14,9	-0,1
сахар-песок	0,38	35,5	0,1
плодоовощная продукция	4,59	13,4	0,6
алкогольные напитки	4,14	8,7	0,4
Непродовольственные товары	35,63	12,9	4,6
в том числе:			
одежда и белье	3,97	6,7	0,3
трикотажные изделия	0,99	7,7	0,1
обувь	1,74	6,7	0,1
моющие и чистящие средства	0,79	28,7	0,2
табачные изделия	1,37	4,2	0,1
электротовары	1,28	21,5	0,3
строительные материалы	1,21	10,2	0,1
бензин автомобильный	4,36	0,4	0,0
медикаменты	2,59	8,4	0,2
Платные услуги населению	26,32	7,7	2,0
в том числе:			
услуги ЖКХ	10,04	1,5	0,2
медицинские услуги	1,46	8,8	0,1
услуги пассажирского транспорта	1,95	8,8	0,2
услуги связи	2,62	3,3	0,1
услуги зарубежного туризма	1,64	62,9	1,0
услуги организаций культуры	0,34	0,7	0,0
санаторно-оздоровительные услуги	0,40	17,4	0,1
услуги дошкольного воспитания	0,43	3,1	0,0
услуги образования	1,07	1,0	0,0
Всего	100		11,4

Источники: данные Росстата, Института экономики РАН.

2021 г. Продовольственные товары подорожали на 12,5% по сравнению с 5,5% за 1-е полугодие 2021 г., что внесло максимальный вклад в потребительскую инфляцию, равный 4,8 п. п. (см. таблицу 3).

Отметим, что снижение цен в июне коснулось широкого ассортимента продовольственных товаров. Так, после ажиотажного спроса в марте на ряд социально значимых продуктов в следующие месяцы наблюдалось некоторое снижение цен, и в июне сахарный песок подешевел на 9,6%, куриные яйца — на 3,8%. Однако в целом за январь—июнь 2022 г. прирост цен на большинство видов продовольственных товаров оказался весьма значительными.

В 1-м полугодии 2021 г. цены на непродовольственные товары выросли на 4,0%. В 2022 г. их рост продолжился и в марте составил 11,3%. Начиная с мая, прирост цен снижался и в июне составил 0,4%, что стало вторым по значимости фактором, обеспечившим июньскую дефляцию. Однако в целом за январь—июнь цены непродовольственных товаров выросли на 12,9%, что внесло в потребительскую инфляцию 4,6 п. п.

Прирост цен в сфере платных услуг населению по результатам 1-го полугодия 2022 г. составил 7,7% против 1,4% за аналогичный период предшествующего года, что повысило потребительскую инфляцию на 2,0 п. п. Наиболее значительно подорожали услуги зарубежного туризма (на 62,9%),

увеличив потребительскую инфляцию на 1,0 п. п., как и санаторно-оздоровительные услуги, которые выросли на 17,4%.

Анализ динамики цен потребительского рынка позволил выявить весьма незначительный тренд снижения потребительских цен на продовольственные и непродовольственные товары в 1-м полугодии 2022 г. Кроме того, мировой прирост инфляции (импортируемая инфляция) и снижение к концу текущего года эффекта от ожидаемого высокого урожая в России, а также рост предновогодней потребительской активности, стимулирующий повышение цен, не позволяют, по нашему мнению, рассчитывать на уровень инфляции в 2022 г. ниже 11,2% (см. таблицу 1). Лишь при условии реализации в 2022 г. новых принципов и приоритетов государственной социально-экономической политики можно добиться значительного падения инфляции в 2023 г. до 5,9%. Однако прогноз Минэкономразвития России более оптимистичский. После предполагаемого роста потребительских цен в 2022 г. на 12,4% ожидается их прирост на 5,5% в 2023 г. и выход на целевой уровень в 4,0% с 2024 г.

Цены производителей промышленной продукции. В связи с преобладающим удельным весом промышленного производства в ВВП и ростом нестабильности цен производителей промышленной продукции существенно возросло влияние инфляционных процессов в промышленности на уровень и качество жизни населения. Рассмотрим динамику инфляционных процессов в промышленности и отдельных ее производствах и их «вклад» в промышленную инфляцию.

Под воздействием западных санкций и пандемии коронавируса цены производителей промышленной продукции, по данным Росстата, выросли в 2021 г. на 28,5%.

Особенно значительный рост цен наблюдался в 2021 г. в добывающих отраслях — на 59,2%.

В обрабатывающих производствах цены в 2021 г. росли постоянно (за исключением сентября, когда наблюдалось их снижение на 0,2%) и их годовой прирост составил 23,5%.

В производствах по обеспечению электроэнергией, газом и паром, а также кондиционированием воздуха годовой прирост цен составил 5,8%.

Динамика цен производителей в сфере водоснабжения, водоотведения, организации сбора

и утилизации отходов колебалась около нулевого уровня, что по итогам 2021 г. не привело к приросту цен.

В начале 2022 г. цены производителей продолжили рост. Так за I квартал их прирост достиг 10,2%. Однако уже в мае и июне прирост цен из-за их резкого снижения в добывающих производствах пошел на спад и в целом за январь—июнь 2022 г. составил лишь 4,6% (см. таблицу 4).

В 1-м полугодии 2022 г. упали цены в добыче металлических руд, а также нефти и природного газа: на 6,8 и 3,3%, что снизило промышленную инфляцию на 1,8 и 0,6 п. п., соответственно. Однако в добыче прочих полезных ископаемых и угля наблюдался прирост цен на 17,9 и на 6,6% и вклады приростов цен этих производств составили 0,1 и 0,2 п. п., соответственно. В итоге за январь—июнь прирост цен стал отрицательным: снижение составило 1,3%, что уменьшило промышленную инфляцию на 0,3 п. п.

В обрабатывающих производствах рост цен продолжился. Так, в I квартале 2022 г. они выросли на 6,9%, но с мая приросты цен начали снижаться. В июне снижение составило 2,9%. В результате за январь—июнь прирост цен составил 7,4%, что внесло в промышленную инфляцию 4,9 п. п. Среди обрабатывающих производств высокий прирост цен наблюдался в производстве пищевых продуктов и бумаги, где они выросли на 11,4 и 7,5%, увеличив промышленную инфляцию на 1,0 и 0,1 п. п., соответственно. В производстве одежды и обработке древесины приросты цен за январь—июнь увеличились, соответственно, на 17,3 и 0,5%, что не повлияло на рост инфляции из-за невысокой доли этих производств в общем объеме промышленного производства и незначительного прироста цен.

Существенно выросли цены в производстве химических средств и химических продуктов, резиновых и пластмассовых изделий и прочей неметаллической минеральной продукции, соответственно, на 11,6; 11,7 и 15,8%. Эти приросты цен увеличили инфляцию на 0,8, 0,2 и 0,4 п. п. каждый.

В 1-м полугодии 2022 г. резко упали цены в металлургическом производстве и в производстве кокса и нефтепродуктов на 2,9 и 3,1%, что снизило промышленную инфляцию на 0,3 и 0,4 п. п., соответственно.

В производствах по обеспечению электроэнергией, газом и паром, а также кондиционированием воздуха с начала 2022 г. не было ни рез-

Вклад в инфляцию отдельных видов промышленного производства в 1-м полугодии 2022 г.

	Доля отдельных составляющих в индексе цен производителей, в процентах	Прирост цен, в процентах	Вклад в инфляцию, в процентных пунктах
Добыча полезных ископаемых	25,83	-1,3	-0,3
в том числе:			
добыча угля	2,99	6,6	0,2
добыча нефти и природного газа	17,98	-3,3	-0,6
добыча металлических руд	1,97	-6,8	-1,8
добыча прочих полезных ископаемых	0,61	17,9	0,1
Обрабатывающие производства	66,20	7,4	4,9
в том числе:			
производство пищевых продуктов	8,73	11,4	1,0
производство одежды	0,25	17,3	0,0
обработка древесины и производство изделий из дерева и пробки, кроме мебели	1,18	0,5	0,0
производство бумаги и бумажных изделий	1,35	7,5	0,1
производство кокса и нефтепродуктов	14,22	-3,1	-0,4
производство химических веществ и химических продуктов	6,69	11,6	0,8
производство резиновых и пластмассовых изделий	1,80	11,7	0,2
производство прочих неметаллической минеральной продукции	2,24	15,8	0,4
производство металлургическое	11,35	-2,9	-0,3
производство готовых металлических изделий, кроме машин и оборудования	3,68	10,4	0,4
производство электрического оборудования	1,26	13,0	0,2
производство машин и оборудования, не включенных в другие группировки	1,64	13,7	0,2
производство автотранспортных средств, прицепов и полуприцепов	3,04	24,1	0,7
производство прочих транспортных средств и оборудования	2,26	16,4	0,4
Обеспечение электрической энергией, газом и паром; кондиционирование воздуха	6,45	-0,5	0,0
Водоснабжение; водоотведение; организация сбора и утилизации отходов; деятельность по ликвидации загрязнений	1,52	0,2	0,0
Всего	100	-	4,6

Источники: данные Росстата, Института экономики РАН.

ких взлетов и ни резких падений приростов цен. За I квартал цены выросли на 2,7%, за 1-е полугодие они снизились на 0,5%, но не изменили инфляцию.

С начала 2022 г. в деятельности по водоснабжению; водоотведению, организации сбора и утилизации отходов наблюдалось незначительное снижение цен, но с мая цены начали расти. В 1-м полугодии прирост цен составил 0,2% и не повлиял на инфляцию.

Давление экономической неопределенности на деятельность промышленных предприятий после начала СВО нарастает, что сдерживает инвестиционную и инновационную активность бизнеса из-за повышенных финансовых рисков. Преодоление новых западных санкций невозможно без ускорения роста промышленного производства и стабилизации цен производителей. По нашей оценке, можно предположить, что прирост цен производителей составит в 2022–2023 гг.

2,2 и 4,4% соответственно. Таким образом, потребительская инфляция и цены производителей промышленной продукции в значительной мере характеризуют состояние и тренды инфляционных процессов в национальном хозяйстве.

Однако потребительская инфляция учитывает лишь цены потребляемых населением продовольственных и непродовольственных товаров и услуг, что не дает полной и объективной оценки всего многообразия инфляционных процессов, определяющих уровень и качество жизни населения. Мотивация использования потребительской инфляции очевидна: она применяется при обосновании величины реального ВВП (с учетом индекса-дефлятора), прожиточного минимума, минимального размера оплаты труда, пенсий предстоящего года, то есть ориентирована на определение нижней границы стоимости жизни на грани порога бедности, что позволяет снизить нагрузку государства на бюджетные расходы.

Цены производителей промышленной продукции существенно расширяют и дополняют картину инфляционных процессов. Однако они не учитываются при расчете инфляции за исключением той части ее продукции, которая используется населением в качестве предметов потребления. Кроме того, на уровень и качество жизни населения оказывает влияние изменение цен не только в потребительском и промышленном комплексах, но и в сельскохозяйственном, энергетическом, транспортном, строительном, финансовом и других. Поэтому необходим интегральный показатель измерения инфляции, характеризующий через динамику цен состояние и тренды развития инфляционных процессов во всех основных сферах национального хозяйства [13].

Внешняя торговля — торговые войны

Внешнеторговый оборот России в 2021 г., по оценке Банка России, составил 798,0 млрд долл., превысив уровень 2020 г. на 39,3% (см. таблицу 5). Восстановление мировой экономики, открытие границ, а также устойчивый спрос и повышение цен позволили не только превысить допандемийный уровень 2019 г., но и достигнуть максимального с 2013 г. роста внешней торговли.

Экспорт составил 494,0 млрд долл. по сравнению с 333,4 млрд долларов в 2020 г., что обеспечило его прирост на 48,2%. В значительной мере такой результат объясняется действием ценового фактора на мировых рынках традиционных экспортных товаров (энергоресурсов, металлов, древесины). Повлияла также и низкая статистическая база 2020 г.

Таблица 5

Показатели внешней торговли России за 2020–2021 гг.
(по методологии платежного баланса; млрд долларов)

	2020 г.			2021 г.			Темпы роста, 2021 г. в % к 2020 г.		
	всего	в том числе		всего	в том числе		всего	в том числе	
		страны дальнего зарубежья	страны СНГ		страны дальнего зарубежья	страны СНГ		страны дальнего зарубежья	страны СНГ
Внешнеторговый оборот	573,1	496,8	76,3	798,0	698,5	99,5	139,3	140,6	130,4
Экспорт	333,4	282,6	50,8	494,0	426,5	67,5	148,2	150,9	132,9
Импорт	239,7	214,2	25,5	304,0	272,0	32,0	126,9	127,0	125,5
Сальдо торгового баланса	93,7	68,4	25,3	190,0	154,5	35,5	202,8	225,9	140,3

Источник: данные Банка России.

Импорт вырос лишь на 26,9%, до 304,0 млрд долларов против 239,7 млрд долларов в 2020 г. В результате сальдо торгового баланса увеличилось более чем в два раза, достигнув 190,0 млрд долларов. Отставание темпов роста импорта в 2021 г. произошло в основном в связи с угрозами санкций на поставку в Россию высокотехнологичной продукции, сворачивания иностранных инвестиций в ряде отраслей российской экономики, что наиболее значительно повлияло на ввоз оборудования и комплектующих изделий, робототехники, технологий искусственного интеллекта, цифровых и других высоких технологий и услуг.

В результате условный коэффициент несбалансированности внешней торговли (отношение сальдо торгового баланса к внешнеторговому обороту), вырос в 2021 г. до 23,8% по сравнению с 16,4% в 2020 г.: рост почти в 1,5 раза.

Более 87,5% внешнеторгового оборота России в 2021 г. приходилось на страны дальнего зарубежья (698,5 млрд долларов из 798,0): по сравнению с 2020 г. его прирост составил 40,6%, в то время как со странами СНГ — 30,4%.

По-прежнему высокий объем товарооборота в 2021 г. приходился на страны ЕС (35,9% против 33,8% в 2020 г.). При этом доля других регионов сокращалась. Так, по данным Федеральной таможенной службы (ФТС), со странами АТЭС объем товарооборота сократился до 33,3% (в 2020 г. — 33,8%), со странами СНГ — до 12,2% (при 12,9% в 2020 г.) и со странами ЕАЭС — до 8,8% (9,1% в 2020 г.).

Товарооборот стран ЕАЭС между собой достиг в 2021 г. 72,6 млрд долларов и вырос по сравнению с предыдущим годом на 31,9%, треть которого пришлось на Россию и Казахстан.

Основным торговым партнером России является Китай, товарооборот с которым в 2021 г. вырос на 35,2% и составил 140,7 млрд долларов (доля Китая в экспорте в 2021 г. составляла 13,2%, а в импорте — 24,8%). Товарооборот с Германией вырос до 57 млрд долларов (прирост — 35,7%), с Нидерландами — 46,4 млрд долларов (прирост — 62,6%).

Среди стран СНГ основным внешнеторговым партнером России является Беларусь, занимающая четвертое место по товарообороту, кото-

рый в 2021 г. достиг 39,5 млрд долларов (прирост 31,3%). С Казахстаном товарооборот вырос до 25,6 млрд долларов (прирост 34,0%), с Украиной, которая по-прежнему числится в составе СНГ, — до 12,3 млрд долларов (прирост 22,8%).

Доля импорта России в 2021 г. из стран дальнего зарубежья составила 89,3%, а из стран СНГ — 10,7%.

За январь 2022 г., по данным Банка России, объем экспорта России составил 45,9 млрд долларов, что на 72,1% больше, чем в январе 2021 г.

Импорт же в январе 2022 г. составил 24,8 млрд долларов — на 40,0% больше, чем в январе 2021 г. После начала СВО, с февраля 2022 г., данные об объемах внешней торговли России с отдельными странами не публикуются. В связи с этим динамику экспорта и импорта России с этими странами в 2022 г. можно оценить только по косвенным признакам на основе статистики партнеров России по внешней торговле¹³, а также макропоказателей Банка России по платежному балансу.

Так, по предварительным данным Банка России, экспорт товаров и услуг за январь—июнь 2022 г. достиг 330,3 млрд долларов, что на 41,9% превышает объем экспорта за аналогичный период 2021 г. Импорт составил 160,7 млрд долларов или на 6,7% ниже января—июня 2021 г.

В результате внешнеторговый оборот оценочно вырос до 491,0 млрд долларов (прирост — 21,2%) и сальдо торгового баланса составило 169,6 млрд долл., что привело к росту условного коэффициента несбалансированности внешней торговли до 34,5% или на 45,1% больше по сравнению с 2021 г.

Рост экспорта обусловлен в первую очередь ростом цен. Вместе с тем, исключая сезонность, экспорт во II квартале 2022 г. по сравнению с I кварталом сократился на 3,5%, а импорт — на 19,0%.

В целом же в 2022 г. следует ожидать существенного падения импорта и экспорта относительно 2021 г. По прогнозу Банка России, в 2022 экспорт относительно 2021 г. сократится на 13–17%, а импорт — на 27,5–31,5%¹⁴. По прогнозу Минэкономразвития России, объем экспорта в 2022 г. увеличится на 17,1%, а импорт сократится на 9,1%¹⁵.

При этом высокие цены на энергоресурсы, которые сохранятся на протяжении всего 2022 г., частично нивелируют общее падение экспорта и импорта. Так, по данным агентства Bloomberg, только от экспорта энергоносителей Россия в 2022 г. получит до 285 млрд долларов, что больше на 20%, чем в 2021 г. Вместе с доходами от продажи металлов объем экспорта превысит 300 млрд долларов.

На объемы импорта будут влиять новая логистика, волатильность российской валюты, запуск так называемого «параллельного импорта» товаров, поставки которых в Россию ограничены или совсем остановлены, изменения состава ТНВЭД в связи с проблемами логистики и ростом цен, а также геополитические факторы, прежде всего, санкционные войны, не поддающиеся, как правило, количественной оценке. В связи с этим, по нашему прогнозу, в 2022 г. объем экспорта России составит 569,4 млрд долларов, что на 15,3% больше, чем в 2021 г., а в 2023 г. — 474,3 млрд долларов, ниже на 16,7% относительно 2022 г. Импорт же по итогам 2022 г. сократится на 1,9% относительно 2021 г. (298,2 млрд долларов), а в 2023 г. увеличится на 3,8% относительно 2022 г. (309,6 млрд долларов).

Заключение

Итоги социально-экономического развития России в 2021 — первой половине 2022 г. в целом можно считать сравнительно успешными. После принятия беспрецедентных западных производственных, финансовых, денежно-кредитных, торгово-экономических, гуманитарных, информационно-технологических, военных и других санкций, действующая система управления должна реализовать новые принципы и приоритеты государственной социально-экономической политики. Прежде всего, необходимо в кратчайший срок осуществить переход на новую модель прогнозирования, планирования и управления стратегическим развитием, опираясь на сформулированные Президентом РФ принципы и приоритеты социально-экономического развития.

¹³ Экономическая экспертная группа. Обзор экономических показателей от 17 октября 2022 г.: URL: http://www.eeg.ru/downloads/obzor/rus/pdf/2022_10.pdf.

¹⁴ Доклад Центрального банка РФ о денежно-кредитной политике. URL: https://www.cbr.ru/Collection/Collection/File/42180/forecast_220722.pdf.

¹⁵ «Прогноз социально-экономического развития Российской Федерации на 2023 год и на плановый период 2024 и 2025 годов». URL: https://economy.gov.ru/material/file/ea2fd3ce38f2e28d51c312acf2be0917/prognoz_socialno_ekonom_razvitiya_rf_2023-2025.pdf.

Цель новой политики — обеспечить достижение полного национального суверенитета страны путем эффективного решения социальных, экономических, инфраструктурных, технологических, логистических и других задач стратегического развития на период до 2030 г. на основе максимального использования производственных, финансовых, денежно-кредитных, институциональных и других источников развития.

При этом социально-экономическая политика должна выполнять ведущую роль по отношению к финансовой, денежно-кредитной, промышленной и другим частным политикам при условии сохранении долгосрочных целей стратегического развития. Такая политика должна быть сформирована в рамках долгосрочной стратегии социально-экономического развития России, разработка которой предусмотрена ФЗ-172 «О стратегическом планировании в Российской Федерации».

Новая модель должна строиться с учетом использования инструментов стратегического развития, прежде всего, утвержденных Основ государственной политики в сфере стратегического планирования¹⁶, и стратегических инициатив Правительства РФ на период до 2030 года¹⁷, которые наряду с национальными проектами, государственными программами РФ и другими проектами и программами создают фундамент этой модели.

Правительству необходимо уточнить Единый план по достижению национальных целей развития РФ на период до 2024 г. и на плановый период до 2030 г., исходя из сформулированных Президентом РФ долгосрочных принципов и приоритетов социально-экономического развития. В Едином плане должна быть принята за основу новая геополитическая реальность, возникшая в связи с присоединением к России Донецкой и Луганской народных республик, Запорожской и Херсонской областей, проведением специальной военной операции на Украине, а также угрозами дальнейшего расширения беспрецедентных санкций коллективного Запада. При этом реализация первого этапа уточненного Единого плана должна быть предусмотрена в составе проектов очередной трехлетки на 2023–2025 гг.

В связи с сохранением политически мотивированных западных санкций необходимо ускорить смещение вектора логистического взаимодействия с западного на южное, северное и восточное направления, включая страны Азиатско-Тихоокеанского региона, Азово-Черноморского и Каспийского бассейнов, а также на международные объединения — ЕАЭС, БРИКС, ШОС, все более активным и заинтересованным участником которых становится Россия.

Литература

1. Аганбегян А.Г. О необходимости планирования в новой России // Планирование в рыночной экономике: воспоминания о будущем. СПб.: ИНИР им. С.Ю. Витте: Центркаталог, 2021. С. 19–39.
2. Клейнер Г.Б., Рыбачук М.А., Карпинская В.А. Стратегическое планирование и системная оптимизация национальной экономики // Проблемы прогнозирования. 2022. № 3. С. 6–15.
3. Бухвальд Е.М. Основы государственной политики в сфере стратегического планирования: нерешенные проблемы // Вестник ИЭ РАН. 2022. № 1. С. 32–49.
4. Аганбегян А.Г. Как преодолеть стагнацию и новый кризис, обеспечив социально-экономический рост // Экономические стратегии. 2020. № 6 (172). С. 6–19.
5. Иванов Е.А. В России нужно возродить фундаментальную экономическую теорию. М.: Анкил, 2019. 120 с.
6. Френкель А.А., Тихомиров Б.И., Сурков А.А. 2021: стагфляция или технологический суверенитет — иного не дано! // Экономические стратегии. 2022. № 2. С. 86–91.
7. Френкель А.А., Тихомиров Б.И., Сурков А.А. Январь–май 2022 года: Россия в условиях торможения социально-экономического развития // Экономические стратегии. 2022. № 4. С. 90–95.
8. Тимофеев И.Н. Сомнительная эффективность? Санкции против России до и после февраля // Россия в глобальной политике. 2022. Т. 20. № 4. С. 136–152.
9. Павлов П.Н., Дробышевский С.М. Структура темпов роста ВВП России на перспективу до 2024 г. // Вопросы экономики. 2022. № 3. С. 29–51.
10. Афанасьев А.А. Об оценке влияния международных санкций на условия функционирования отечественной промышленности // Экономические отношения. 2022. Том 12. № 2. С. 179–194.
11. Смешко О.Г., Плотников В.А., Вертакова Ю.В. Перспективы российской экономики: новые вызовы экономической безопасности и перестройка государственного управления // Экономика и управление. 2022. № 28. С. 524–537.

¹⁶ Основы государственной политики в сфере стратегического планирования в Российской Федерации, утверждены Указом Президента РФ от 8 ноября 2021 г. № 633. URL: <http://static.kremlin.ru/media/events/files/ru/BOddxzlybCLshjvE7Ad5PDMYNWSYwvtA.pdf>.

¹⁷ Перечень инициатив социально-экономического развития до 2030 года /утвержден распоряжением Правительства РФ от 6 октября 2021 г. № 2816-п. URL: <http://government.ru/news/43451>.

12. Сухарев О.С. Экономическая атака на Россию и политика противодействия // Экономические стратегии. 2022. № 2 (182). С. 40–47.

13. Бурцева Т., Френкель А., Тихомиров Б., Сурков А. Достоверная оценка инфляции как объективная необходимость // Вопросы статистики. 2021. № 6. С. 18–29.

Информация об авторах

Френкель Александр Адольфович — д-р экон. наук, профессор, главный научный сотрудник Института экономики РАН. 117218, г. Москва, Нахимовский просп., д. 32. E-mail: ie_901@inecon.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6860-2118>.

Тихомиров Борис Иванович — канд. экон. наук, ведущий научный сотрудник Института экономики РАН. 117218, г. Москва, Нахимовский просп., д. 32. E-mail: ie_901@inecon.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2255-7144>.

Сурков Антон Александрович — канд. экон. наук, старший научный сотрудник Института экономики РАН, 117218, г. Москва, Нахимовский просп., д. 32. E-mail: ie_901@inecon.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2464-5853>.

References

1. Aganbegyan A.G. On the Need for Planning in the New Russia. In: *Planning in a Market Economy: Memories of the Future*. St. Petersburg: INIR Im. S.Yu. Witte, Tsen-trkatalog; 2021. Pp. 19–39. (In Russ.)

2. Kleiner G.B., Rybachuk M.A., Karpinskaya V.A. Strategic Planning and System Optimization of the National Economy. *Studies on Russian Economic Development*. 2022;(3):6–15. (In Russ.)

3. Buchwald E.M. Inresolved Issues of «Public Policy Framework for Strategic Planning». *The Bulletin of the Institute of Economics of the Russian Academy of Sciences*. 2022;(1):32–49. (In Russ.)

4. Aganbegyan A.G. How to Overcome Stagnation and New Crisis, Providing Socio-Economic Growth. *Economic Strategies*. 2020;6(172):6–19. (In Russ.)

5. Ivanov E.A. *In Russia, Fundamental Economic Theory Needs to be Revived*. Moscow: Ankil Publ.; 2019. 120 p. (In Russ.)

6. Frenkel A.A., Tikhomirov B.I., Surkov A.A. 2021: Stagflation or Technological Sovereignty – No Other Choice! *Economic Strategies*. 2022;(2):86–91. (In Russ.)

7. Frenkel A.A., Tikhomirov B.I., Surkov A.A. 2022: January-May – Russia in the Context of the Global Crisis and Sanctions Wars. *Economic Strategies*. 2022;4:90–95. (In Russ.)

8. Timofeev I.N. Dubious Effectiveness? Sanctions Against Russia Before and After February. *Russia in Global Affairs*. 2022;4(20):136–152. (In Russ.)

9. Pavlov P.N., Drobyshesky S.M. Structure of GDP Growth Rates in Russia up to 2024. *Voprosy Ekonomiki*. 2022;(3):29–51. (In Russ.)

10. Afanasev A.A. Concerning the Assessment of the Impact of International Sanctions on Russian Industry. *Ekonomicheskie otnosheniya*. 2022;12(2):179–194. (In Russ.)

11. Smeshko O.G., Plotnikov V.A., Vertakova Yu.V. Prospects for the Russian Economy: New Challenges to Economic Security and Public Administration Restructuring. *Economics and Management*. 2022;28(6):524–537. (In Russ.)

12. Sukharev O.S. Economic Attack on Russia and the Policy of Counteraction. *Economic Strategies*. 2022;2(182):40–47. (In Russ.)

13. Burtseva T.A. et al. Reliable Assessment of Inflation as an Objective Necessity. *Voprosy Statistiki*. 2021;28(6):18–29. (In Russ.)

About the authors

Alexander A. Frenkel — Dr. Sci. (Econ.), Professor, Chief Researcher, Institute of Economy of the Russian Academy of Sciences (RAS). 32, Nakhimovskiy Prosp., Moscow, 117218, Russia. E-mail: ie_901@inecon.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6860-2118>.

Boris I. Tikhomirov — Cand. Sci. (Econ.), Leading Researcher, Institute of Economy of the Russian Academy of Sciences (RAS). 32, Nakhimovskiy Prosp., Moscow, 117218, Russia. E-mail: ie_901@inecon.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2255-7144>.

Anton A. Surkov — Cand. Sci. (Econ.), Senior Researcher, Institute of Economy of the Russian Academy of Sciences (RAS). 32, Nakhimovskiy Prosp., Moscow, 117218, Russia. E-mail: ie_901@inecon.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2464-5853>.

Связь между Индустрией 4.0 и устойчивым производством: анализ результатов обследования предприятий обрабатывающей промышленности

Инна Сергеевна Лола,
Мурат Булатович Бакеев

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

Целью статьи является эмпирическое исследование потенциальной связи между внедрением в обрабатывающей промышленности технологий Индустрии 4.0 и развитием устойчивого производства, понимаемого как производство товаров с минимальным использованием энергии и природных ресурсов при сохранении максимальной прибыли и обеспечении здоровья и безопасности общества на протяжении всего жизненного цикла продукции. В статье впервые рассматриваются четыре исследовательских вопроса, первый из которых касается возможной связи между внедрением технологий Индустрии 4.0 и наличием на промышленном предприятии сертификата ИСО 14001, рассматриваемого в качестве косвенного индикатора соответствия принципам устойчивого производства, второй — связи между внедрением технологий Индустрии 4.0 и «зеленых» промышленных технологий, третий — связи между внедрением технологий Индустрии 4.0 и продвижением по различным частным направлениям экологизации, а четвертый — связи между внедрением цифровых технологий и признанием значимых экологических выгод от использования на предприятии цифровых технологий. Анализ базировался на квантифицированных данных годового конъюнктурного обследования цифровой активности российских предприятий обрабатывающей промышленности (проведенного в 2021 г.), включающих набор показателей, характеризующих технологическую и цифровую активность в области экологизации и повышения ресурсной эффективности.

Полученные результаты анализа свидетельствуют о том, что хотя и на технологическом уровне связь между развитием в области Индустрии 4.0 и области «зеленых» промышленных технологий вполне однозначна, с точки зрения соответствия предприятия критериям устойчивого производства в меньшей степени можно говорить о существенной роли технологий Индустрии 4.0. Наличие экологических выгод от внедрения цифровых технологий чаще отмечали те респонденты, на предприятиях которых были внедрены технологии искусственного интеллекта и больших данных. Эти же технологии были признаны ключевыми технологиями Индустрии 4.0 для целей устойчивого развития, связанными с наибольшим количеством отдельных направлений экологизации производства, по итогам проведенного исследования.

Ключевые слова: Индустрия 4.0, устойчивое производство, экологизация, «зеленые» технологии, цифровые технологии, статистика обрабатывающей промышленности, статистика инноваций, конъюнктурные обследования.

JEL: O14, O33, Q20, Q40, Q50.

doi: <https://doi.org/10.34023/2313-6383-2022-29-6-44-58>.

Для цитирования: Лола И.С., Бакеев М.Б. Связь между Индустрией 4.0 и устойчивым производством: анализ результатов обследования предприятий обрабатывающей промышленности. Вопросы статистики. 2022;29(6):44–58.

The Link Between Industry 4.0 and Sustainable Manufacturing: An Analysis of the Results of a Survey of Manufacturing Enterprises

Inna S. Lola,
Murat B. Bakeev

National Research University Higher School of Economics (HSE University), Moscow, Russia

The purpose of this paper is to empirically explore the potential link between the adoption of Industry 4.0 technologies in the manufacturing industry and the development of sustainable manufacturing, understood as the production of goods with the minimum use of energy and natural resources, while maintaining maximum profit and ensuring the health and safety of society throughout the product life cycle. The article first addresses 4 research questions, the first of which concerns a possible connection between the introduction of Industry 4.0 technologies and the presence of an ISO 14001 certificate in an industrial enterprise, considered as an indirect indicator of compliance with the principles of sustainable manufacturing, the second — the connection between the implementation of Industry 4.0 technologies and «green» industrial technologies, the third — the links between the introduction of Industry 4.0 technologies and the promotion of various specific areas of greening, and the fourth — the links between the introduction of digital technologies and the recognition of significant environmental benefits from the use of digital technologies in the enterprise. The analysis was based on quantified data from the annual market survey of the digital activity of Russian manufacturing enterprises for 2021, which includes a set of indicators characterizing technological and digital activity in the field of greening and increasing resource efficiency.

The obtained results indicate that, although at the technological level, the relationship between the development in the field of Industry 4.0 and the field of «green» industrial technologies is quite unambiguous, from the viewpoint of the enterprise's compliance with the criteria for sustainable production, to a lesser extent, one can speak of the important role of Industry 4.0 technologies. The presence of environmental benefits from the introduction of digital technologies was more often noted by those respondents in whose enterprises artificial intelligence and big data technologies were introduced. The same technologies were recognized as the key technologies of Industry 4.0 for sustainable development, associated with the largest number of individual areas of greening production, according to the results of the study.

Keywords: Industry 4.0, sustainable manufacturing, greening, green technologies, digital technologies, manufacturing industry statistics, innovation statistics, business tendency surveys.

JEL: O14, O33, Q20, Q40, Q50.

doi: <https://doi.org/10.34023/2313-6383-2022-29-6-44-58>.

For citation: Lola I.S., Bakeev M.B. The Link Between Industry 4.0 and Sustainable Manufacturing: An Analysis of the Results of a Survey of Manufacturing Enterprises. *Voprosy Statistiki*. 2022;29(6):44–58. (In Russ.)

Введение

В последние годы развитие международной промышленной политики все больше фокусируется на повышении энергоэффективности, энергобезопасности, снижении энергоемкости производств, трансфере «зеленых» технологий и создании «зеленых» рабочих мест, развитии рынка вторичных отходов, стимулировании инноваций. Обеспечение «зеленого» роста, как мощного потенциального источника для новых экономических возможностей во многих странах определяется как одна из наиболее актуальных задач, одновременно обуславливая проблематику вопросов, связанных с экономико-статистическим измерением его эффектов.

Разрабатываемые в «Большой двадцатке» (G-20) и Международном Валютном Фонде (МВФ) планы предполагают, что правительствам в следующие 5–10 лет предстоит сыграть решающую роль в переходе от высокоуглеродной к низкоуглеродной экономике, в том числе путем инвестирования в «зеленую» инфраструктуру, создания стимулов для активности предприятий в области экологизации и введения тарифов на выбросы углекислого газа¹. О стратегиях достижения углеродной нейтральности заявили круп-

нейшие экономики мира (США, Китай, Индия), а в октябре–ноябре 2021 г. в г. Глазго состоялась 26-я Конференция Сторон (КС-26) по климату, на которой были достигнуты новые договоренности по реализации Рамочной конвенции ООН об изменении климата (РКИК)². Если говорить о странах БРИКС, то среди их конкретных инициатив на направлении устойчивого развития можно назвать цель достичь мощности возобновляемых источников энергии в размере 175 ГВт к концу 2022 г. и увеличить ее до 500 ГВт к 2030 г. (Индия³), цель достичь углеродной нейтральности к 2060 г. (Китай⁴, Россия⁵).

Широкую популярность среди инвесторов и остальных стейкхолдеров получили критерии ESG (Environment, Social, Corporate Governance – Экологическое, социальное и корпоративное управление), позволяющие оценить достижения компаний в решении экологических, социальных и управленческих проблем. По данным Bloomberg, к 2025 г. мировые ESG-активы могут превысить 53 трлн \$ и составить более трети от общего объема активов под управлением⁶. В России, согласно оценке представителя Deloitte, сделанной в ноябре 2021 г., при сохранении сложившегося тренда ESG-активы должны составить около 360 трлн рублей к 2036 г., а кредиты, ориентиро-

¹ Reaching Net Zero Emissions. International Monetary Fund; 2021. URL: <https://www.imf.org/external/np/g20/pdf/2021/062221.pdf> (дата обращения 26.04.2022).

² Круглый стол «Воздействие изменения климата на человеческий потенциал, экономику и экосистемы». ИСИЭЗ НИУ ВШЭ; 2022. URL: <https://issek.hse.ru/announcements/577968702.html> (дата обращения 25.04.2022).

³ Creating a sustainable world. Invest India; 2022. URL: <https://www.investindia.gov.in/sector/renewable-energy> (дата обращения 26.04.2022).

⁴ China's new carbon market aims to substantially reduce its emissions. Here's how. World Economic Forum; 2021. URL: <https://www.weforum.org/agenda/2021/11/new-carbon-market-slash-chinas-emissions/> (дата обращения 25.04.2022).

⁵ Правительство утвердило стратегию низкоуглеродного развития РФ до 2050 года. Интерфакс; 2021. URL: <https://www.interfax.ru/russia/800746> (дата обращения 25.04.2022).

⁶ Bloomberg; 2021. URL: <https://www.bloomberg.com/professional/blog/esg-assets-may-hit-53-trillion-by-2025-a-third-of-global-aum/> (дата обращения 26.04.2022).

ванные на цели в области устойчивого развития (далее — ЦУР⁷) и «зеленую» экономику, должны превысить 1,3 трлн рублей в 2030 г.⁸

Результаты опроса топ-менеджеров российских предприятий из 13 различных отраслей, проведенного Accenture, показывают, что в 2021 г. ЦУР и ESG стали как никогда актуальными для российского бизнеса: 64% респондентов отнесли ESG-вопросы к топ-3 основных направлений работы своей организации, а 74% уверены, что внедрение устойчивых инициатив способствует улучшению финансово-экономических показателей⁹. Кроме того, более трети респондентов обследования заботятся о сокращении выбросов углекислого газа и около 30% занимаются сокращением отходов.

Для обрабатывающей промышленности, опережающей многие отрасли экономики по таким показателям, как выбросы парниковых газов и энергопотребление, ЦУР являются особенно важным вызовом. Устойчивое развитие в промышленности часто связывается с термином «устойчивое производство» (sustainable manufacturing), которое можно определить, как промышленное производство, направленное на производство товаров с минимальным использованием энергии и природных ресурсов при сохранении максимальной прибыли и обеспечении здоровья и безопасности общества на протяжении всего жизненного цикла продукции [1].

Повышение внимания к устойчивому производству в обрабатывающей промышленности совпало с таким отраслевым технологическим трендом, как четвертая промышленная революция (Индустрия 4.0), который предполагает цифровую трансформацию промышленных цепочек создания стоимости на основе ряда продвинутых цифровых технологий. Индустрия 4.0 может служить целям экологической устойчивости, поскольку влечет за собой оптимизацию потребления ресурсов, энергоэффективность и снижение отходов [2]. Мониторинг энергопотребления

в режиме реального времени, сокращение отходов благодаря разработке и производству продукции по индивидуальным заказам, снижение выбросов, связанных с транспортировкой, за счет высокоэффективной коммуникации в рамках производственной сети — все это примеры возможных экологических выгод от применения технологических инструментов Индустрии 4.0 [3].

Несмотря на то, что сохранение окружающей среды не было изначальным стратегическим приоритетом в рамках Индустрии 4.0, к сегодняшнему моменту и в деловой, и в академической среде связь между Индустрией 4.0 и устойчивым производством активно исследуется и обсуждается. Свидетельством академического интереса является появление множества обзорных библиометрических работ, анализирующих большие массивы литературы по этой проблеме (см., например, [2–8]). В качестве примера интереса зарубежного бизнеса можно привести отчет Huawei, где была обнаружена 90-процентная корреляция между инвестициями в цифровые технологии и прогрессом в достижении шести ключевых ЦУР¹⁰.

Российский бизнес, как показывает упомянутый выше опрос Accenture, вполне осознает ключевую роль технологических инструментов в рамках развития устойчивого производства. К технологиям, внедрение которых, по мнению респондентов опроса, является наиболее важным для устойчивого развития, были отнесены многие технологии Индустрии 4.0: продвинутая аналитика (отмечена 24,8% респондентов), роботизация (22,1), искусственный интеллект (21,5), «облачные» технологии (14,1), Интернет вещей (8,1), технологии виртуальной и дополненной реальности (5,4), блокчейн (2,7%).

Тем не менее, существуют аргументы, ставящие позитивную связь между Индустрией 4.0 и устойчивым производством под сомнение. Во-первых, использование продвинутых цифровых технологий может быть источником негативного влияния на окружающую среду: оборудование может соз-

⁷ Семнадцать взаимосвязанных целей, разработанных в 2015 г. Генеральной ассамблеей ООН в качестве «плана достижения лучшего и более устойчивого будущего для всех», которые среди прочего включают недорогостоящую и чистую энергию, ответственное потребление и производство, борьбу с изменением климата.

⁸ ТАСС; 2021. URL: <https://tass.ru/ekonomika/13018465> (дата обращения 25.04.2022).

⁹ Курс на устойчивость: как российский бизнес становится ответственным. Исследование в области устойчивого развития. Accenture; 2021. URL: https://www.accenture.com/_acnmedia/PDF-162/Accenture-Sustainability-Survey-2021-RUSSIA.pdf (дата обращения 25.04.2022).

¹⁰ Huawei Study Shows Critical Role for Technology in UN SDGs. Huawei; 2017. URL: <https://www.huawei.com/en/news/2017/6/critical-role-un-sdgs> (дата обращения 26.04.2022).

давать большое количество электронных отходов, а растущий спрос на электроэнергию в центрах обработки данных может вести к увеличению вредных выбросов в атмосферу [3]. Во-вторых, риторика стейкхолдеров может не соотноситься с реальным положением дел: скажем, заявления бизнеса о достижении углеродной нейтральности могут основываться на искаженных, сомнительных свидетельствах¹¹. В-третьих, не все имеющиеся данные поддерживают тезис о понимании экологических выгод от внедрения технологий Индустрии 4.0 предпринимателями и менеджерами: например, согласно результатам [9], компании редко считают Индустрию 4.0 полезной для экологической устойчивости, а экономические возможности для них имеют приоритет над экологическими и социальными выгодами.

Таким образом, связь между Индустрией 4.0 и устойчивым производством остается неочевидной. Несмотря на широкое распространение в последние несколько лет исследований, посвященных этой проблеме, большая часть из них опирается на концептуальный подход, расчет агрегированных индексов или же предоставляет частные эмпирические результаты, по которым сложнее судить об общей картине. В рамках этой статьи мы хотели бы сделать вклад в литературу по теме, заключающийся в широком эмпирическом исследовании этой потенциальной связи с учетом основных технологий Индустрии 4.0 на результатах опросов предпринимателей и менеджеров высшего звена предприятий обрабатывающей промышленности в России. Используемая выборка является репрезентативной для российской обрабатывающей промышленности и включает все основные ее подотрасли, что позволяет судить о состоянии этого сектора в целом на базе данных обследования. Безусловно, наши результаты могут обладать ограниченной внешней валидностью в контексте понимания проблемы на мировом уровне, особенно учитывая развивающийся характер российской экономики с точки зрения достигнутого уровня и интенсивности внедрения Индустрии 4.0 в промышленность. Тем не менее итоги обследования являются важным свидетельством для понимания связи между Индустрией 4.0 и устойчивым производством на начальных этапах четвертой промыш-

ленной революции в условиях развивающейся экономики.

Исходя из постановки общей проблемы, мы хотели бы в этой статье обратиться к следующим исследовательским вопросам.

Первый вопрос касается связи между внедрением технологий Индустрии 4.0 и наличием у предприятия сертификата ИСО 14001, который мы используем в качестве индикатора соответствия промышленного предприятия основным принципам устойчивого производства.

Исследовательский вопрос № 1: существует ли связь между внедрением технологий Индустрии 4.0 и наличием на предприятии сертификата ИСО 14001? Если да, то для каких технологий можно проследить эту связь? Если таких технологий несколько, то роль каких из них более существенна?

Следующий вопрос фокусируется на технологическом аспекте устойчивого производства, рассматривая связь между Индустрией 4.0 и внедрением «зеленых» промышленных технологий.

Исследовательский вопрос № 2: существует ли связь между использованием технологий Индустрии 4.0 и внедрением «зеленых» промышленных технологий? Если да, то для каких технологий Индустрии 4.0 можно проследить эту связь? Если таких технологий несколько, то роль каких из них более существенна?

Наш третий исследовательский вопрос касается связи между использованием технологий Индустрии 4.0 и продвижением по различным аспектам устойчивого производства, информацию о которых можно было получить из доступных нам данных: повышение энергоэффективности, создание чистой и безопасной энергии, снижение материалоемкости, повышение эффективности водоиспользования и использования сырья, повышение эффективности выбросов парниковых газов и загрязняющих веществ (углеродной эффективности), переход к возобновляемым источникам энергии и утилизации отходов.

Исследовательский вопрос № 3: существует ли связь между продвижением в области различных аспектов устойчивого производства и внедрением каких-либо технологий Индустрии 4.0? Если да, то роль каких технологий проявляется в большей степени?

¹¹ Corporate Climate Responsibility Monitor. New Climate Institute; 2022. URL: <https://newclimate.org/wp-content/uploads/2022/02/CorporateClimateResponsibilityMonitor2022.pdf> (дата обращения 26.04.2022).

Наконец, четвертый исследовательский вопрос предполагает проверку связи между внедрением технологий Индустрии 4.0 и восприятием экологических выгод от использования на предприятии цифровых технологий.

Исследовательский вопрос № 4: существует ли связь между внедрением каких-либо технологий Индустрии 4.0 и признанием значимых экологических выгод от использования на предприятии цифровых технологий? Если да, то роль каких технологий проявляется в большей степени?

Оставшаяся часть статьи состоит из трех разделов. В первом разделе описывается концептуальная рамка исследования (обсуждение и выбор переменных), данные и методы. Во втором разделе даны результаты и их обсуждение. В третьем разделе представлено заключение.

Концептуальная рамка исследования, данные и методы

Используемые в работе данные — это результаты ежегодных пилотных конъюнктурных обследований, которые проводятся по заказу Института статистических исследований и экономики знаний НИУ ВШЭ (ИСИЭЗ НИУ ВШЭ) с 2018 г. Информационно-издательским центром «Статистика России» в рамках измерения динамики и анализа тенденций ключевых составляющих процесса технологической трансформации в промышленности. Опросы осуществляются по специально разработанному инструментарию — «Обследование деловых тенденций и цифровой активности промышленности», который базируется на интегрированном сквозном подходе, предполагающем интеграцию и регулярную актуализацию показателей в контексте комплексного измерения процессов цифровизации. Получаемая информация носит неколичественный характер.

Программа наблюдений основана на международном опыте измерения деловых тенденций и цифрового развития в части рекомендаций ОЭСР и Европейской Комиссии по обследованию деловой активности, а также практики Европейской комиссии в области цифровой повест-

ки, разработки, актуализации инструментария наблюдения и проведения ежегодных опросов по информационному обществу¹².

Формирование выборочной совокупности осуществляется на основе ведущегося Федеральной службой государственной статистики (Росстатом) Единого государственного регистра предприятий и организаций. Отбор организаций по видам экономической деятельности внутри указанных секторов экономики для обеспечения репрезентативных первичных данных производится в соответствии со структурой генеральной совокупности. По каждому виду деятельности определено количество предприятий для опроса. Выборка репрезентативна по всем единицам наблюдения, многомерна, стратифицирована, районирована по восьми федеральным округам и представительна по основным экономическим параметрам тридцати регионов Российской Федерации. Отобранные регионы являются наиболее представительными по основным социально-экономическим показателям, характеризующим деятельность промышленных предприятий различных видов деятельности, в соответствующих федеральных округах. В работе используются результаты обследования 2021 г., охват которого составил 1158 промышленных предприятий, зарегистрированных на территории России и входящих в раздел С классификации ОКВЭД¹³.

При оценке влияния Индустрии 4.0 мы использовали бинарные переменные, отражающие факт внедрения на предприятии шести отдельных технологий, относимых к Индустрии 4.0. В целом эти технологии включают в себя большинство наиболее распространенных ключевых элементов Индустрии 4.0, которые упоминаются в литературе (см., например, [10–14]). В частности, были рассмотрены следующие технологии (и образованные на основе данных об их внедрении переменные), как они были указаны в анкете:

- Технологии искусственного интеллекта (нейронные сети и машинное обучение);
- Аддитивные технологии (3D-печать);
- Интернет вещей;
- Хранение информации и проведение вычислений на распределенных ресурсах («облачные» технологии, «граничные» технологии);

¹² Community survey on ICT usage in enterprises. Eurostat; 2017. URL: https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Glossary:Community_survey_on_ICT_usage_in_enterprises (дата обращения 25.04.2022).

¹³ «ОК 029-2014 (КДЕС Ред. 2). Общероссийский классификатор видов экономической деятельности» (утв. Приказом Росстандарта от 31.01.2014 № 14-ст) (ред. от 26.07.2022). URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_163320/ (дата обращения 17.11.2022).

- Технологии радиочастотной идентификации (RFID);
- Технологии сбора, обработки, анализа больших объемов данных.

Данные о внедрении технологий Индустрии 4.0 на предприятиях выборки формируются на основе вопроса анкеты «Цифровые технологии, которые используются/планируются к внедрению на предприятии». Если респондентом отмечалось, что технология использовалась на каком-то уровне на предприятии на момент проведения опроса, то мы интерпретировали это как факт внедрения данной технологии.

Безусловно, выбранная степень детализации отдельных технологий оставляет большое пространство для различий между предприятиями, представители которых дали идентичные ответы. Тем не менее, она представляется достаточной для наших целей, а именно понимания общей связи между Индустрией 4.0 и устойчивым производством.

Среди рассматриваемых технологий в литературе особенно широко обсуждается положительная роль в устойчивом производстве Интернета вещей (см., например, [15–17]), искусственного интеллекта (см., например, [18–20]), больших данных (см., например, [21–23]), «облачных» технологий (см., например, [24–26]). Кроме того, анализируется роль аддитивного производства (см., например, [27 и 28]), меток RFID (см., например, [29 и 30]) и т. д.

Актуализированная для обследования в 2021 г. анкета наряду с различными индикаторами цифровой активности включила ряд вопросов, касающихся активности предприятия в области экологизации, что стало причиной появления используемой нами эмпирической базы, где в формате перекрестных данных совмещены сведения о внедрении технологий Индустрии 4.0 и различные показатели в области устойчивой промышленности.

Во-первых, нам доступны данные (оценки респондентов) о наличии на обследованном предприятии сертификата ИСО 14001, широко признаваемого самым важным типом экологической сертификации в мире [31]. Эта добровольная сертификация охватывает очень широкий спектр отраслей, включая всю обрабатывающую промышленность, распространена в более чем 170 странах и до сих пор с каждым годом набирает популярность. Данные о наличии сертификата

можно использовать в качестве довольно точного прокси-индикатора соответствия промышленного предприятия базовым принципам устойчивого производства, поскольку он предназначен для использования организациями, стремящимися систематически управлять своими экологическими обязанностями, что способствует устойчивому развитию.

Во-вторых, наряду с вопросами относительно внедрения технологий Индустрии 4.0 в анкете также представлен вопрос, касающийся внедрения «зеленых» промышленных технологий на предприятии, который позволяет раскрыть технологический аспект устойчивого развития предприятия. Данные использовались в бинарном формате «технология не внедрена» / «технология внедрена на каком-либо уровне», как в случае с технологиями Индустрии 4.0.

Эмпирическое моделирование основывается на эконометрической оценке с использованием моделей логистической регрессии с контролем региональных и отраслевых эффектов с помощью фиктивных переменных, а также численности занятых. Мы хотим оценить, насколько факт внедрения рассматриваемых технологий Индустрии 4.0 может быть статистически связан с соответствием предприятия базовым принципам устойчивого производства, оцениваемым через наличие сертификата ИСО 14001, а также с внедрением «зеленых» промышленных технологий на предприятии. Кроме проверки самого факта наличия статистической связи мы оцениваем ее относительную силу через расчет и сравнение средних предельных эффектов переменных, представляющих технологии Индустрии 4.0, на рассматриваемые зависимые переменные.

Следующий исследовательский вопрос, на который мы хотели бы ответить в этой статье, относительно соответствия технологий Индустрии 4.0 различным аспектам устойчивого производства, анализируется на базе группы вопросов об использовании на предприятии в текущем году цифровых технологий для повышения экологической и ресурсной эффективности по ряду направлений. Прежде всего, это направления экологизации процессного типа, связанные с оптимизацией и экологизацией процесса промышленного производства, а именно повышение энергоэффективности, эффективности водоиспользования и использования сырья, эффективности выбросов парниковых газов и загрязняющих веществ, эф-

фективности утилизации отходов, а также снижение материалоемкости. Дополнительно в анкете присутствует блок вопросов, позволивших получить данные по экологизации энергопотребления: создание чистой и безопасной энергии, переход к возобновляемым источникам энергии.

Представленные направления экологизации соответствуют ЦУР ООН, а также экологической части критериев ESG. В частности, это ЦУР № 6 (связь с направлением «эффективность водоиспользования»), ЦУР № 7 («чистая и безопасная энергия», «переход к возобновляемым источникам энергии»), ЦУР № 12 («энергоэффективность», «эффективность водоиспользования и использования сырья», «эффективность утилизации отходов», «снижение материалоемкости»), ЦУР № 13 («эффективность выбросов парниковых газов и загрязняющих веществ»). Экологические критерии ESG среди прочего включают в себя использование компанией возобновляемых источников энергии, ее программу управления отходами, то, как она решает потенциальные проблемы загрязнения воздуха или воды, возникающие в результате ее деятельности, а также ее действия относительно проблем изменения климата.

Безусловно, список рассматриваемых направлений ограничен возможностями анкеты, и нам сложнее судить о роли цифровых технологий, например, в повышении экологичности производимого промышленного продукта. Тем не менее, доступный нам список направлений, как представляется, достаточен для того, чтобы установить тенденции основных аспектов экологизации процесса промышленного производства. В работе мы аналогичным образом исследуем наличие связи между продвижением предприятия по обозначенным направлениям экологизации и уровнем внедрения рассматриваемых технологий Ин-

дустрии 4.0 с помощью эконометрической оценки на базе логит-моделей. Используется тот же набор контрольных переменных, что и выше: отрасль промышленности, регион и размер предприятия, измеряемый через численность занятых. Для количественной оценки вычисляются средние предельные эффекты переменных.

Наш последний исследовательский вопрос, касающийся мотивации предпринимателей при внедрении технологий Индустрии 4.0, изучается с помощью данных о том, как предприниматели оценивают разные типы выгод от внедрения цифровых технологий. Среди представленных видов выгод в анкете присутствуют выгоды от повышения экологичности (возможны варианты ответов «высокий уровень», «умеренный уровень», «низкий уровень», «затрудняюсь ответить» и отсутствие ответа). Преобразовав эти ответы в бинарный формат «выгоды присутствуют на высоком или умеренном уровне»/«выгоды присутствуют на низком уровне, нет ответа или затрудняюсь ответить», мы использовали полученный показатель в качестве зависимой бинарной переменной, которая анализировалась с помощью моделей логит-регрессий на перекрестных данных за 2021 г. с аналогичным набором контрольных переменных и количественными оценками, основанными на средних предельных эффектах.

Перед расчетом моделей выполнялась их проверка на наличие мультиколлинеарности с помощью вычисления коэффициента инфляции дисперсии (VIF), по результатам которой все модели были признаны соответствующими стандартам (коэффициент для всех переменных был ниже 2,5).

В таблице 1 представлен полный свод используемых в работе переменных с их описанием и краткими обозначениями.

Таблица 1

Свод используемых переменных

Переменная	Краткое обозначение	Описание
Наличие сертификата ИСО 14001	ISO	Бинарная зависимая переменная, отражающая наличие сертификата ИСО 14001 на предприятии (0 – сертификата нет, 1 – сертификат есть)
«Зеленые» промышленные технологии	Greentech	Бинарная зависимая переменная, отражающая уровень внедрения «зеленых» промышленных технологий на предприятии, по оценке респондента (0 – отсутствие внедрения, 1 – наличие внедрения)
Повышение энергоэффективности	Energy efficiency	Бинарная зависимая переменная, отражающая наличие использования на предприятии цифровых технологий для повышения энергоэффективности в текущем году, по оценке респондента (0 – нет использования, 1 – есть использование)

Переменная	Краткое обозначение	Описание
Создание чистой и безопасной энергии	Clean energy	Бинарная зависимая переменная, отражающая наличие использования на предприятии цифровых технологий для создания чистой и безопасной энергии в текущем году, по оценке респондента (0 – нет использования, 1 – есть использование)
Снижение материалоемкости	Material consum.	Бинарная зависимая переменная, отражающая наличие использования на предприятии цифровых технологий для снижения материалоемкости в текущем году, по оценке респондента (0 – нет использования, 1 – есть использование)
Повышение эффективности водоиспользования и использования сырья	Water and raw	Бинарная зависимая переменная, отражающая наличие использования на предприятии цифровых технологий для повышения эффективности водоиспользования и использования сырья в текущем году, по оценке респондента (0 – нет использования, 1 – есть использование)
Повышение эффективности выбросов парниковых газов и загрязняющих веществ (углеродной эффективности)	Carbon efficiency	Бинарная зависимая переменная, отражающая наличие использования на предприятии цифровых технологий для повышения эффективности выбросов парниковых газов и загрязняющих веществ (углеродной эффективности) в текущем году, по оценке респондента (0 – нет использования, 1 – есть использование)
Переход к возобновляемым источникам энергии	Renewables	Бинарная зависимая переменная, отражающая наличие использования на предприятии цифровых технологий для перехода к возобновляемым источникам энергии в текущем году, по оценке респондента (0 – нет использования, 1 – есть использование)
Утилизация отходов	Waste management	Бинарная зависимая переменная, отражающая наличие использования на предприятии цифровых технологий для утилизации отходов в текущем году, по оценке респондента (0 – нет использования, 1 – есть использование)
Повышение экологичности	Environmental benefits	Бинарная зависимая переменная, отражающая уровень дивидендов (выгод) в виде повышения экологичности, которые предприятие получает от внедрения цифровых технологий, по оценке респондента (0 – выгоды присутствуют на низком уровне, нет ответа или затрудняюсь ответить, 1 – выгоды присутствуют на высоком или умеренном уровне)
Технологии искусственного интеллекта (нейронные сети и машинное обучение)	AI	Бинарная независимая переменная, отражающая факт внедрения на предприятии технологий искусственного интеллекта (нейронных сетей и машинного обучения), по оценке респондента (0 – нет внедрения, 1 – есть внедрение)
Аддитивные технологии (3D-печать)	3D printing	Бинарная независимая переменная, отражающая факт внедрения на предприятии аддитивных технологий (3D-печати), по оценке респондента (0 – нет внедрения, 1 – есть внедрение)
Интернет вещей	IoT	Бинарная независимая переменная, отражающая факт внедрения на предприятии технологий Интернета вещей, по оценке респондента (0 – нет внедрения, 1 – есть внедрение)
Хранение информации и проведение вычислений на распределенных ресурсах («облачные» технологии, «граничные» технологии)	Cloud	Бинарная независимая переменная, отражающая факт внедрения на предприятии технологий, предполагающих хранение информации и проведение вычислений на распределенных ресурсах («облачные» технологии, «граничные» технологии), по оценке респондента (0 – нет внедрения, 1 – есть внедрение)
Технологии радиочастотной идентификации (RFID)	RFID	Бинарная независимая переменная, отражающая факт внедрения на предприятии технологий радиочастотной идентификации (RFID), по оценке респондента (0 – нет внедрения, 1 – есть внедрение)
Технологии сбора, обработки, анализа больших объемов данных	Big data	Бинарная независимая переменная, отражающая факт внедрения на предприятии технологий сбора, обработки, анализа больших объемов данных, по оценке респондента (0 – нет внедрения, 1 – есть внедрение)
Подотрасль обрабатывающей промышленности согласно классификатору ОКВЭД2 (второй уровень иерархии)	Industry	Категориальная контрольная независимая переменная, отражающая принадлежность предприятия к одному из 24-х видов экономической деятельности в рамках обрабатывающих производств (код С) согласно классификатору ОКВЭД2
Субъект Российской Федерации (регион), в котором зарегистрировано предприятие	Region	Категориальная контрольная независимая переменная, отражающая географическую локализацию предприятия в одном из 30-ти субъектов (регионов) Российской Федерации
Численность занятых	Size	Порядковая контрольная независимая переменная (в моделях рассматривается как непрерывная переменная). Отражает численность занятых на предприятии. Принимает значения от 1 до 12 согласно следующему принципу (ранжирование используется в опросной анкете): 1: 1–50 занятых 7: 301–350 занятых 2: 51–100 занятых 8: 351–400 занятых 3: 101–150 занятых 9: 401–450 занятых 4: 151–200 занятых 10: 451–500 занятых 5: 201–250 занятых 11: 501–1000 занятых 6: 251–300 занятых 12: более 1000 занятых

Результаты

В таблице 2 представлены результаты расчета двух логит-моделей, соответствующих первому и второму исследовательским вопросам, обозначенным в начале работы. В целом полученные результаты указывают на то, что о возможной связи между внедрением технологий Индустрии 4.0 и соответствием предприятия базовым критериям устойчивого производства следует говорить с большой осторожностью. Среди шести рассматриваемых технологий только AI оказался статистически значимым предиктором наличия у предприятия сертификата ИСО 14001 — и то лишь на слабом уровне значимости. Согласно рассчитанному среднему предельному эффекту, если на предприятии внедрена технология искус-

ственного интеллекта, то вероятность обладания сертификатом увеличивается на 4,3%.

Впрочем, иначе обстоят дела в случае с «зелеными» промышленными технологиями, для которых связь с Индустрией 4.0 была обнаружена в случае пять из шести рассматриваемых нами технологий (все за исключением «облачных» вычислений) на очень высоких уровнях значимости. Как следует из средних предельных эффектов этих переменных, наименьшей в количественном плане была роль аддитивных технологий (увеличение вероятности использования «зеленых» промышленных технологий на 6,6% при использовании 3D-печати), а наибольшей — больших данных (10,4%). Между этими технологиями близко друг к другу расположились AI (9,2%), Интернет вещей и метки RFID (по 10,1%).

Таблица 2

Результаты расчета логит-моделей с зависимыми переменными ISO и Greentech¹⁴

Переменная	Модель № 1 (ISO)		Модель № 2 (Greentech)	
	Коэффициент (Стандартная ошибка)	Средний предельный эффект — для значимых предикторов	Коэффициент (Стандартная ошибка)	Средний предельный эффект — для значимых предикторов
AI	0,456* (0,261)	0,043	1,584*** (0,32)	0,092
3D printing	-0,197 (0,34)		1,126*** (0,334)	0,066
IoT	0,09 (0,352)		1,728*** (0,357)	0,101
Cloud	0,152 (0,318)		0,407 (0,325)	
RFID	-0,213 (0,313)		1,739*** (0,307)	0,101
Big data	-0,276 (0,298)		1,781*** (0,293)	0,104

Примечание. *** $p < 0,01$, ** $p < 0,05$, * $p < 0,1$.

Источник: расчеты авторов.

Рассмотрим теперь результаты по отдельным направлениям экологизации промышленного производства с помощью цифровых технологий, касающиеся третьего исследовательского вопроса. В таблице 3 представлены результаты расчета моделей для таких направлений, как повышение энергоэффективности и создание чистой и безопасной энергии. В первом случае на высоком уровне значимой оказалась технология искусственного интеллекта (вероятность использования цифровых технологий для повышения энергоэффективности выше на 12,5% для тех предприятий, которые используют эту технологию), а технология Интернета вещей была значимой на слабом уровне в обоих случаях (пре-

дельный эффект равен 7,5% для повышения энергоэффективности и 4,8% для чистой и безопасной энергии). Кроме того, для чистой и безопасной энергии на слабом уровне значимой оказалась технология больших данных (предельный эффект — 4,4%).

В таблице 4 даны результаты моделей по снижению материалоемкости и повышению эффективности водоиспользования и использования сырья. Была обнаружена статистическая связь между внедрением технологии больших данных и использованием цифровых технологий для снижения материалоемкости (на среднем уровне значимости, предельный эффект — 5,1%), связь между внедрением AI и использованием

¹⁴ Здесь и далее константа и контрольные переменные опущены.

Таблица 3

Результаты расчета логит-моделей с зависимыми переменными Energy efficiency и Clean energy

Переменная	Модель № 3 (Energy efficiency)		Модель № 4 (Clean energy)	
	Коэффициент (Стандартная ошибка)	Средний предельный эффект – для значимых предикторов	Коэффициент (Стандартная ошибка)	Средний предельный эффект – для значимых предикторов
AI	0,958*** (0,231)	0,125	-0,077 (0,432)	
3D printing	-0,312 (0,3)		-0,128 (0,518)	
IoT	0,572* (0,309)	0,075	1,033* (0,513)	0,048
Cloud	-0,138 (0,277)		0,147 (0,473)	
RFID	0,048 (0,259)		-0,112 (0,427)	
Big data	0,193 (0,245)		0,958* (0,414)	0,044

Примечание. *** $p < 0,01$, ** $p < 0,05$, * $p < 0,1$.

Источник: расчеты авторов.

цифровых технологий для снижения материалоемкости (на слабом уровне значимости, предельный эффект – 4,3%) и повышения эффективности водоиспользования и использования сырья (на высоком уровне значимости, предельный эффект – 8,9%), а также связь между внедре-

нием технологий «облачных» вычислений и повышением эффективности водоиспользования и использования сырья с помощью цифровых технологий (на слабом уровне значимости, предельный эффект – 5,9%).

Таблица 4

Результаты расчета логит-моделей с зависимыми переменными Material consum. и Water and raw

Переменная	Модель № 5 (Material consum.)		Модель № 6 (Water and raw)	
	Коэффициент (Стандартная ошибка)	Средний предельный эффект – для значимых предикторов	Коэффициент (Стандартная ошибка)	Средний предельный эффект – для значимых предикторов
AI	0,614* (0,338)	0,043	0,741*** (0,24)	0,089
3D printing	0,176 (0,407)		-0,085 (0,305)	
IoT	-0,228 (0,429)		0,034 (0,316)	
Cloud	0,459 (0,375)		0,495* (0,271)	0,059
RFID	0,166 (0,374)		-0,126 (0,276)	
Big data	0,723** (0,346)	0,051	0,128 (0,255)	

Примечание. *** $p < 0,01$, ** $p < 0,05$, * $p < 0,1$.

Источник: расчеты авторов.

В таблице 5 приведены результаты, касающиеся моделей по повышению углеродной эффективности и использованию возобновляемых источников энергии. Здесь, прежде всего, обращает на себя внимание неожиданный результат, согласно которому внедрение 3D-печати статистически снижает вероятность использования цифровых технологий как для повышения углеродной эффективности (на высоком уровне значимости, отрицательный предельный эффект – 7,8%), так и для перехода к возобновляемым источникам

энергии (на слабом уровне значимости, отрицательный предельный эффект – 2,2%). Остальные результаты более предсказуемы: это положительная роль AI (предельные эффекты – 5,5% в первом и 1,9% – во втором случае), больших данных (предельные эффекты – 4,4% в первом и 2,7% – во втором случае), а также позитивная роль на слабом уровне значимости Интернета вещей для использования цифровых технологий для повышения углеродной эффективности (предельный эффект – 3,9%).

Таблица 5

Результаты расчета логит-моделей с зависимыми переменными Carbon efficiency и Renewables

Переменная	Модель № 7 (Carbon efficiency)		Модель № 8 (Renewables)	
	Коэффициент (Стандартная ошибка)	Средний предельный эффект – для значимых предикторов	Коэффициент (Стандартная ошибка)	Средний предельный эффект – для значимых предикторов
AI	1,189*** (0,384)	0,055	2* (1,18)	0,019
3D printing	-1,697*** (0,531)	-0,078	-2,341* (1,318)	-0,022
IoT	0,846* (0,485)	0,039	0,507 (1,296)	
Cloud	0,187 (0,438)		1,447 (1,302)	
RFID	-0,174 (0,438)		0,179 (1,16)	
Big data	0,967** (0,393)	0,044	2,876** (1,316)	0,027

Примечание. *** $p < 0,01$, ** $p < 0,05$, * $p < 0,1$.

Источник: расчеты авторов.

Наконец, в таблице 6 представлены результаты относительно утилизации отходов. Здесь единственной значимой переменной оказался AI: внедрение этой технологии на 6,7% повышает вероятность использования цифровых технологий по данному направлению устойчивого развития.

Таблица 6
Результаты расчета логит-модели с зависимой переменной
Waste management

Переменная	Модель № 9 (Waste management)	
	Коэффициент (Стандартная ошибка)	Средний предельный эффект – для значимых предикторов
AI	0,475** (0,22)	0,067
3D printing	-0,305 (0,283)	
IoT	0,179 (0,292)	
Cloud	-0,022 (0,249)	
RFID	-0,242 (0,254)	
Big data	0,39 (0,239)	

Примечание. ** $p < 0,05$.

Источник: расчеты авторов.

Перейдем теперь к четвертому исследовательскому вопросу, который изучается с помощью модели, результаты которой описаны в таблице 7. Они показывают, что внедрение двух технологий, а именно AI и больших данных, было статистически связано с большей вероятностью для респондента указать на экологические выгоды от использования цифровых технологий. Для AI увеличение вероятности в среднем составило 10,1%, а для больших данных – 9,6%.

Таблица 7

Результаты расчета логит-модели с зависимой переменной
Environmental benefits

Переменная	Модель № 10 (Environmental benefits)	
	Коэффициент (Стандартная ошибка)	Средний предельный эффект – для значимых предикторов
AI	0,485*** (0,183)	0,101
3D printing	-0,067 (0,23)	
IoT	0,107 (0,247)	
Cloud	0,171 (0,208)	
RFID	0,016 (0,205)	
Big data	0,46** (0,194)	0,096

Примечание. *** $p < 0,01$, ** $p < 0,05$.

Источник: расчеты авторов.

Заключение

Таким образом, наши результаты свидетельствуют о том, что хотя и на технологическом уровне связь между развитием в области Индустрии 4.0 и области «зеленых» промышленных технологий вполне однозначна, с точки зрения соответствия предприятия критериям устойчивого производства мы скорее не можем говорить о существенной роли технологий Индустрии 4.0 на данном этапе обследований.

Тем не менее, в полученных результатах явно просматривается важная роль технологии искусственного интеллекта, которая оказалась положительным статистически значимым предиктором для наличия у предприятия сертификата

ИСО 14001, внедрения «зеленых» промышленных технологий и продвижения по практически всем отдельным направлениям экологизации, рассмотренным в статье. Следом по важности шли большие данные, значимый предиктор внедрения «зеленых» технологий и продвижения по четырем из шести рассмотренных направлений экологизации с помощью цифровых технологий. Замыкал тройку «лидеров» Интернет вещей, который также показал себя значимым предиктором внедрения «зеленых» технологий и продвижения по трем из шести рассмотренных направлений экологизации.

Технология меток RFID не оказалась связанной с какими-то отдельными видами экологических выгод от внедрения цифровых технологий, которые отмечались респондентами, хотя и была значимым предиктором внедрения «зеленых» промышленных технологий. «Облачные» вычисления были единственной технологией, внедрение которой не означало повышение вероятности внедрения «зеленых» промышленных технологий, однако для них была выявлена возможная связь с продвижением в области повышения эффективности водоиспользования и использования сырья.

Роль 3D-печати получилась противоречивой. Несмотря на то, что связь между внедрением аддитивных и «зеленых» промышленных технологий была положительной, по отдельным направлениям экологизации для 3D-печати были выявлены только негативные статистические связи. В частности, это коснулось продвижения в области углеродной эффективности и перехода к возобновляемым источникам энергии. Несмотря на большой потенциал аддитивного производства с точки зрения сокращения влияния на окружающую среду, его использование связано с рядом дополнительных вызовов, которые, возможно, повлияли на результаты: во многих процессах аддитивного производства вспомогательное оборудование является значительным источником отходов, и решить эту проблему по-прежнему сложно [32], а также этот тип производства требует большого количества энергии, что напрямую связано с выбросами углекислого газа в атмосферу [33 и 34].

Наши результаты относительно восприятия экологических выгод от использования цифровых технологий самими респондентами показывают, что их понимание согласуется с реальной картиной. Важные экологические выгоды от цифровых

технологий чаще отмечали именно те респонденты, на предприятиях которых были внедрены технологии искусственного интеллекта и больших данных, которые стали ключевыми технологиями Индустрии 4.0 для устойчивого развития производства в России.

Из полученных результатов не следует вывод о большей или меньшей применимости определенных технологий Индустрии 4.0 как таковых для целей устойчивой промышленности. Они только характеризуют ситуацию на текущих этапах промышленного развития, где важнейшим инструментом извлечения ценности, включая экологическую ценность, становится «умная» работа с данными. Дальнейшие исследования, опирающиеся на информацию о динамике как технологического, так и экологического развития позволят оценить, насколько эти результаты устойчивы. Тем не менее, наши выводы призывают тех, перед кем стоят задачи в области экологизации обрабатывающей промышленности, обратить сейчас наиболее пристальное внимание на решения в области искусственного интеллекта, больших данных, а также Интернета вещей.

Литература

1. **Kumar M., Mani M.** Sustainability Assessment in Manufacturing: Perspectives, Challenges, and Solutions. *Sustainable Manufacturing / Gupta K., Salonitis K. Elsevier*, 2021. Ch. 11. P. 287–311. doi: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-818115-7.00013-4>.
2. **Ghobakhloo M.** et al. Industry 4.0 Ten Years On: A Bibliometric and Systematic Review of Concepts, Sustainability Value Drivers, and Success Determinants // *Journal of Cleaner Production*. 2021. Vol. 302. Article 127052. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.127052>.
3. **Chen X., Despeisse M., Johansson B.** Environmental Sustainability of Digitalization in Manufacturing: A Review // *Sustainability*. 2020. Vol. 12. No. 24. Article 10298. doi: <https://doi.org/10.3390/su122410298>.
4. **Costa I.** et al. The Degree of Contribution of Digital Transformation Technology on Company Sustainability Areas // *Sustainability*. 2022. Vol. 14. No. 1. P. 462. doi: <https://doi.org/10.3390/su14010462>.
5. **Enyoghasi C., Badurdeen F.** Industry 4.0 for Sustainable Manufacturing: Opportunities at the Product, Process, and System Levels // *Resources, Conservation and Recycling*. 2021. Vol. 166. Article 105362. doi: <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2020.105362>.
6. **Sharma R., Jabbour C.J.C., Lopes de Sousa Jabbour A.B.** Sustainable Manufacturing and Industry 4.0: What We Know and What We Don't // *Journal of Enterprise Information Management*. 2021. Vol. 34. No.1. P. 230–266. doi: <https://doi.org/10.1108/JEIM-01-2020-0024>.

7. **Machado C.G., Winroth M.P., Ribeiro da Silva E.H.D.** Sustainable Manufacturing in Industry 4.0: An Emerging Research Agenda // *International Journal of Production Research*. 2020. Vol. 58. No. 5. P. 1462–1484. doi: <https://doi.org/10.1080/00207543.2019.1652777>.
8. **Acerbi F., Taisch M.** A Literature Review on Circular Economy Adoption in the Manufacturing Sector // *Journal of Cleaner Production*. 2020. Vol. 273. Article 123086. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.123086>.
9. **Brozzi R.** et al. The Advantages of Industry 4.0 Applications for Sustainability: Results from a Sample of Manufacturing Companies // *Sustainability*. 2020. Vol. 12. No. 9. P. 3647. doi: <https://doi.org/10.3390/su12093647>.
10. **Jamwal A.** et al. Industry 4.0 Technologies for Manufacturing Sustainability: A Systematic Review and Future Research Directions // *Applied Sciences*. 2021. Vol. 11. No. 12. P. 5725. doi: <https://doi.org/10.3390/app11125725>.
11. **Raj A.** et al. Barriers to the Adoption of Industry 4.0 Technologies in the Manufacturing Sector: An Inter-Country Comparative Perspective // *International Journal of Production Economics*. 2020. Vol. 224. Article 107546. doi: <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2019.107546>.
12. **Oztemel E., Gursev S.** Literature Review of Industry 4.0 and Related Technologies // *Journal of Intelligent Manufacturing*. 2020. Vol. 31. No. 1. P. 127–182. doi: <https://doi.org/10.1007/s10845-018-1433-8>.
13. **Klingenberg C.O., Borges M.A.V., Antunes Jr J.A.V.** Industry 4.0 as a Data-Driven Paradigm: A Systematic Literature Review on Technologies // *Journal of Manufacturing Technology Management*. 2021. Vol. 32. No. 3. P. 570–592. doi: <https://doi.org/10.1108/JMTM-09-2018-0325>.
14. **Frank A.G., Dalenogare L.S., Ayala N.F.** Industry 4.0 Technologies: Implementation Patterns in Manufacturing Companies // *International Journal of Production Economics*. 2019. Vol. 210. P. 15–26. doi: <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2019.01.004>.
15. **Ranta V., Aarikka-Stenroos L., Väisänen J.M.** Digital Technologies Catalyzing Business Model Innovation for Circular Economy – Multiple Case Study // *Resources, Conservation and Recycling*. 2021. Vol. 164. Article 105155. doi: <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2020.105155>.
16. **Ingemarsdotter E., Jamsin E., Balkenende R.** Opportunities and Challenges in IoT-Enabled Circular Business Model Implementation – A case study // *Resources, Conservation and Recycling*. 2020. Vol. 162. Article 105047. doi: <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2020.105047>.
17. **Jagtap S., Rahimifard S.** The Digitisation of Food Manufacturing to Reduce Waste – Case study of a Ready Meal Factory // *Waste Management*. 2019. Vol. 87. P. 387–397. doi: <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2019.02.017>.
18. **Jones P., Wynn M.** The Leading Digital Technology Companies and Their Approach to Sustainable Development // *Sustainability*. 2021. Vol. 13. No. 12. P. 6612. doi: <https://doi.org/10.3390/su13126612>.
19. **Gan V.J.** et al. Simulation Optimisation Towards Energy Efficient Green Buildings: Current Status and Future Trends // *Journal of Cleaner Production*. 2020. Vol. 254. Article 120012. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.120012>.
20. **Bonilla S.H.** et al. Industry 4.0 and Sustainability Implications: A Scenario-Based Analysis of the Impacts and Challenges // *Sustainability*. 2018. Vol. 10. No. 10. P. 3740. doi: <https://doi.org/10.3390/su10103740>.
21. **Kumar N., Kumar G., Singh R.K.** Big Data Analytics Application for Sustainable Manufacturing Operations: Analysis of Strategic Factors // *Clean Technologies and Environmental Policy*. 2021. Vol. 23. No. 3. P. 965–989. doi: <https://doi.org/10.1007/s10098-020-02008-5>.
22. **Bag S.** et al. Big Data Analytics as an Operational Excellence Approach to Enhance Sustainable Supply Chain Performance // *Resources, Conservation and Recycling*. 2020. Vol. 153. Article 104559. doi: <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2019.104559>.
23. **Singh S.K., El-Kassar A.N.** Role of Big Data Analytics in Developing Sustainable Capabilities // *Journal of Cleaner Production*. 2019. Vol. 213. P. 1264–1273. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.12.199>.
24. **Mourtzis D.** et al. A Cloud-Based Resource Planning Tool for the Production and Installation of Industrial Product Service Systems (IPSS) // *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*. 2020. Vol. 106. No. 11. P. 4945–4963. doi: <https://doi.org/10.1007/s00170-019-04746-3>.
25. **Ávila-Gutiérrez M.J.** et al. Eco-Holonic 4.0 Circular Business Model to Conceptualize Sustainable Value Chain towards Digital Transition // *Sustainability*. 2020. Vol. 12. No. 5. P. 1889. doi: <https://doi.org/10.3390/su12051889>.
26. **Savastano M.** et al. Contextual Impacts on Industrial Processes Brought by the Digital Transformation of Manufacturing: A Systematic Review // *Sustainability*. 2019. Vol. 11. No. 3. P. 891. doi: <https://doi.org/10.3390/su11030891>.
27. **Godina R.** et al. Impact Assessment of Additive Manufacturing on Sustainable Business Models in Industry 4.0 Context // *Sustainability*. 2020. Vol. 12. No. 17. P. 7066. doi: <https://doi.org/10.3390/su12177066>.
28. **Výtisk J.** et al. Current Options in the Life Cycle Assessment of Additive Manufacturing Products // *Open Engineering*. 2019. Vol. 9. No. 1. P. 674–682. doi: <https://doi.org/10.1515/eng-2019-0073>.
29. **Varriale V.** et al. Sustainable Supply Chains with Blockchain, IoT and RFID: A Simulation on Order Management // *Sustainability*. 2021. Vol. 13. No. 11. P. 6372. doi: <https://doi.org/10.3390/su13116372>.
30. **Denuwara N., Majjala J., Hakovirta M.** Sustainability Benefits of RFID Technology in the Apparel Industry. // *Sustainability*. 2019. Vol. 11. No. 22. P. 6477. doi: <https://doi.org/10.3390/su11226477>.
31. **Sartor M.** et al. ISO 14001 Standard: Literature Review and Theory-Based Research Agenda // *Quality Management Journal*. 2019. Vol. 26. No. 1. P. 32–64. doi: <https://doi.org/10.1080/10686967.2018.1542288>.
32. **Li T., Yeo J.** Strengthening the Sustainability of Additive Manufacturing through Data-Driven Approaches and Workforce Development // *Advanced Intelligent Systems*. 2021. Vol. 3. No. 12. Article 2100069. doi: <https://doi.org/10.1002/aisy.202100069>.

33. **Shuaib M.** et al. Impact of 3D Printing on the Environment: A Literature-Based Study // *Sustainable Operations and Computers*. 2021. Vol. 2. P. 57–63. doi: <https://doi.org/10.1016/j.susoc.2021.04.001>.

34. **Rejeski D., Zhao F., Huang Y.** Research Needs and Recommendations on Environmental Implications of Additive Manufacturing // *Additive Manufacturing*. 2018. Vol. 19. P. 21–28. doi: <https://doi.org/10.1016/j.addma.2017.10.019>.

Информация об авторах

Лола Инна Сергеевна — канд. экон. наук, заместитель директора Центра конъюнктурных исследований Института статистических исследований и экономики знаний, Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики». 101000, г. Москва, Славянская пл., д. 4, стр. 2. E-mail: ilola@hse.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0974-8723>.

Бакеев Мурат Булатович — аналитик Центра конъюнктурных исследований Института статистических исследований и экономики знаний, Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики». 101000, г. Москва, Славянская пл., д. 4, стр. 2. E-mail: mbakeev@hse.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3144-2544>.

Финансирование

Статья подготовлена в рамках Программы фундаментальных исследований Национального исследовательского университета «Высшая школа экономики».

References

1. **Kumar M., Mani M.** Sustainability Assessment in Manufacturing: Perspectives, Challenges, and Solutions. In: Gupta K., Salonitis K. (eds) *Sustainable Manufacturing*. Ch. 11. Elsevier; 2021. P. 287–311. Available from: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-818115-7.00013-4>.

2. **Ghobakhloo M.** et al. Industry 4.0 Ten Years on: A Bibliometric and Systematic Review of Concepts, Sustainability Value Drivers, and Success Determinants. *Journal of Cleaner Production*. 2021;302:127052. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.127052>.

3. **Chen X., Despeisse M., Johansson B.** Environmental Sustainability of Digitalization in Manufacturing: A Review. *Sustainability*. 2020;12(24):10298. Available from: <https://doi.org/10.3390/su122410298>.

4. **Costa I.** et al. The Degree of Contribution of Digital Transformation Technology on Company Sustainability Areas. *Sustainability*. 2022;14(1):462. Available from: <https://doi.org/10.3390/su14010462>.

5. **Enyoghasi C., Badurdeen F.** Industry 4.0 for Sustainable Manufacturing: Opportunities at the Product, Process, and System Levels. *Resources, Conservation and Recycling*. 2021;166:105362. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2020.105362>.

6. **Sharma R., Jabbour C.J.C., Lopes de Sousa Jabbour A.B.** Sustainable Manufacturing and Industry 4.0: What We Know and What We Don't. *Journal of Enterprise Information Management*. 2021;34(1):230–266. Available from: <https://doi.org/10.1108/JEIM-01-2020-0024>.

7. **Machado C.G., Winroth M.P., Ribeiro da Silva E.H.D.** Sustainable Manufacturing in Industry 4.0: An Emerging Research Agenda. *International Journal of Production Research*. 2020;58(5):1462–1484. Available from: <https://doi.org/10.1080/00207543.2019.1652777>.

8. **Acerbi F., Taisch M.** A Literature Review on Circular Economy Adoption in the Manufacturing Sector. *Journal*

of Cleaner Production. 2020;273:123086. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.123086>.

9. **Brozzi R.** et al. The Advantages of Industry 4.0 Applications for Sustainability: Results from a Sample of Manufacturing Companies. *Sustainability*. 2020;12(9):3647. Available from: <https://doi.org/10.3390/su12093647>.

10. **Jamwal A.** et al. Industry 4.0 Technologies for Manufacturing Sustainability: A Systematic Review and Future Research Directions. *Applied Sciences*. 2021;11(12):5725. Available from: <https://doi.org/10.3390/app11125725>.

11. **Raj A.** et al. Barriers to the Adoption of Industry 4.0 Technologies in the Manufacturing Sector: An Inter-Country Comparative Perspective. *International Journal of Production Economics*. 2020;224:107546. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2019.107546>.

12. **Oztemel E., Gursev S.** Literature Review of Industry 4.0 and Related Technologies. *Journal of Intelligent Manufacturing*. 2020;31(1):127–182. Available from: <https://doi.org/10.1007/s10845-018-1433-8>.

13. **Klingenberg C.O., Borges M.A.V., Antunes Jr J.A.V.** Industry 4.0 as a Data-Driven Paradigm: A Systematic Literature Review on Technologies. *Journal of Manufacturing Technology Management*. 2021;32(3):570–592. Available from: <https://doi.org/10.1108/JMTM-09-2018-0325>.

14. **Frank A.G., Dalenogare L.S., Ayala N.F.** Industry 4.0 Technologies: Implementation Patterns in Manufacturing Companies. *International Journal of Production Economics*. 2019;210:15–26. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2019.01.004>.

15. **Ranta V., Aarikka-Stenroos L., Väisänen J.M.** Digital Technologies Catalyzing Business Model Innovation for Circular Economy – Multiple Case Study. *Resources, Conservation and Recycling*. 2021;164:105155. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2020.105155>.

16. **Ingemarsdotter E., Jamsin E., Balkenende R.** Opportunities and Challenges in IoT-Enabled Circular Business

Model Implementation – A case study. *Resources, Conservation and Recycling*. 2020;162:105047. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2020.105047>.

17. Jagtap S., Rahimifard S. The Digitisation of Food Manufacturing to Reduce Waste – Case Study of a Ready Meal Factory. *Waste Management*. 2019;87:387–397. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2019.02.017>.

18. Jones P., Wynn M. The Leading Digital Technology Companies and Their Approach to Sustainable Development. *Sustainability*. 2021;13(12):6612. Available from: <https://doi.org/10.3390/su13126612>.

19. Gan V.J. et al. Simulation Optimisation Towards Energy Efficient Green Buildings: Current Status and Future Trends. *Journal of Cleaner Production*. 2020;254:120012. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.120012>.

20. Bonilla S.H. et al. Industry 4.0 and Sustainability Implications: A Scenario-Based Analysis of the Impacts and Challenges. *Sustainability*. 2018;10(10):3740. Available from: <https://doi.org/10.3390/su10103740>.

21. Kumar N., Kumar G., Singh R.K. Big Data Analytics Application for Sustainable Manufacturing Operations: Analysis of Strategic Factors. *Clean Technologies and Environmental Policy*. 2021;23(3):965–989. Available from: <https://doi.org/10.1007/s10098-020-02008-5>.

22. Bag S. et al. Big Data Analytics as an Operational Excellence Approach to Enhance Sustainable Supply Chain Performance. *Resources, Conservation and Recycling*. 2020;153:104559. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2019.104559>.

23. Singh S.K., El-Kassar A.N. Role of Big Data Analytics in Developing Sustainable Capabilities. *Journal of Cleaner Production*. 2019;213:1264–1273. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.12.199>.

24. Mourtzis D. et al. A Cloud-Based Resource Planning Tool for the Production and Installation of Industrial Product Service Systems (IPSS). *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*. 2020;106(11):4945–4963. Available from: <https://doi.org/10.1007/s00170-019-04746-3>.

25. Ávila-Gutiérrez M.J. et al. Eco-Holonic 4.0 Circular Business Model to Conceptualize Sustainable Value Chain

towards Digital Transition. *Sustainability*. 2020;12(5):1889. Available from: <https://doi.org/10.3390/su12051889>.

26. Savastano M. et al. Contextual Impacts on Industrial Processes Brought by the Digital Transformation of Manufacturing: A Systematic Review. *Sustainability*. 2019;11(3):891. Available from: <https://doi.org/10.3390/su11030891>.

27. Godina R. et al. Impact Assessment of Additive Manufacturing on Sustainable Business Models in Industry 4.0 Context. *Sustainability*. 2020;12(17):7066. Available from: <https://doi.org/10.3390/su12177066>.

28. Výtisk J. et al. Current Options in the Life Cycle Assessment of Additive Manufacturing Products. *Open Engineering*. 2019;9(1):674–682. Available from: <https://doi.org/10.1515/eng-2019-0073>.

29. Varriale V. et al. Sustainable Supply Chains with Blockchain, IoT and RFID: A Simulation on Order Management. *Sustainability*. 2021;13(11):6372. Available from: <https://doi.org/10.3390/su13116372>.

30. Denuwara N., Majjala J., Hakovirta M. Sustainability Benefits of RFID Technology in the Apparel Industry. *Sustainability*. 2019;11(22):6477. Available from: <https://doi.org/10.3390/su11226477>.

31. Sartor M. et al. ISO 14001 Standard: Literature Review and Theory-Based Research Agenda. *Quality Management Journal*. 2019;26(1):32–64. Available from: <https://doi.org/10.1080/10686967.2018.1542288>.

32. Li T., Yeo J. Strengthening the Sustainability of Additive Manufacturing through Data-Driven Approaches and Workforce Development. *Advanced Intelligent Systems*. 2021;3(12):2100069. Available from: <https://doi.org/10.1002/aisy.202100069>.

33. Shuaib M. et al. Impact of 3D Printing on the Environment: A Literature-Based Study. *Sustainable Operations and Computers*. 2021;2:57–63. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.susoc.2021.04.001>.

34. Rejeski D., Zhao F., Huang Y. Research Needs and Recommendations on Environmental Implications of Additive Manufacturing. *Additive Manufacturing*. 2018;19:21–28. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.addma.2017.10.019>.

About the authors

Inna S. Lola – Cand. Sci. (Econ.), Deputy Director, Centre for Business Tendency Studies, Institute for Statistical Studies and Economics of Knowledge, National Research University Higher School of Economics (HSE University). 4, Slavyanskaya Sq., Bld. 2, Moscow, 101000, Russia. E-mail: ilola@hse.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0974-8723>.

Murat B. Bakeev – Analyst, Centre for Business Tendency Studies, Institute for Statistical Studies and Economics of Knowledge, National Research University Higher School of Economics (HSE University). 4, Slavyanskaya Sq., Bld. 2, Moscow, 101000, Russia. E-mail: mbakeev@hse.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3144-2544>.

Funding

The article is based on the study funded by the Basic Research Program of the HSE University.

Направления статистического изучения внедрения передовых производственных технологий в России

Любовь Васильевна Уманец

Независимый эксперт, г. Москва, Россия

Рассматриваются отдельные аспекты статистического изучения внедрения передовых производственных технологий на современном этапе научно-технического прогресса в России. Изучение проблемы ведется по двум основным направлениям: статистика разработки и использования передовых производственных технологий и статистика стимулирования наиболее полной отдачи в максимально короткий срок результатов внедрения передовых производственных технологий.

Формулируются предложения по совершенствованию системы учетных показателей путем повышения качества отбора организаций, разрабатывающих и использующих передовые производственные технологии, а также качества учета неучтенных технологий на всех уровнях управления. Даются рекомендации по корректировке каждого из основных направлений использования оценочных показателей, а также совершенствования методики формирования самих оценочных показателей, в частности, за счет применения балльной оценки к каждому из них.

Оценивается статистика результатов внедрения передовых производственных технологий. Особое внимание уделено учету формирования заявок и их реализации по таким направлениям, как выдача патентов, регистрация товарных знаков и промышленных образцов. Рассматривается деятельность Всемирной организации интеллектуальной собственности (ВОИС) в области патентной статистики.

Автором обосновывается необходимость постепенного объединения двух форм статистического учета — государственного (Росстат) и статистики ВОИС — в единую форму, что позволит уже на ранних стадиях разработки и использования технологий оценить их качество и принять соответствующие меры по их совершенствованию.

Ключевые слова: передовые производственные технологии, учетные и оценочные показатели, число организаций, международная статистическая база ВОИС, патентная система «Договор о патентной кооперации» РСТ, Мадридская система международной регистрации знаков, Гаагская система международной регистрации промышленных образцов.

JEL: L15, M41, O31, O33.

doi: <https://doi.org/10.34023/2313-6383-2022-29-6-59-73>.

Для цитирования: Уманец Л.В. Направления статистического изучения внедрения передовых производственных технологий в России. Вопросы статистики. 2022;29(6):59–73.

Directions of Statistical Study of the Implementation of Advanced Production Technologies in Russia

Lyubov' V. Umanets

Independent Expert, Moscow, Russia

The paper deals with certain aspects of the statistical study of how advanced production technologies are implemented at the present stage of scientific and technological progress in Russia. This matter is addressed from two perspectives: statistics on the development and use of advanced production technologies and statistics on stimulating the greatest possible return on the results of the introduction of advanced production technologies in the shortest period of time possible.

The author formulates proposals to improve the system of accounting indicators by improving the quality of the selection of organizations that develop and use advanced production technologies, as well as the quality of accounting for unaccounted technologies at all levels of management. Recommendations are given for adjusting each of the main areas of use of the evaluation indicators, as well as improving the methodology for the formation of the evaluation indicators themselves, in particular, by applying a score to each of them.

The statistics of advanced production technologies implementation is evaluated. Particular attention is paid to accounting for the formation of applications and their implementation in such areas as patent issuance, registration of trademarks and industrial designs. The article considers activity of the World Intellectual Property Organization (WIPO) in the area of patent statistics.

The author explains the need to gradually combine the two forms of statistical accounting — state (Rosstat) and WIPO statistics — into a single form, which will allow, at the early stages of development and use of technologies, to assess their quality and take appropriate measures to improve them.

Keywords: advanced production technologies, accounting and evaluation indicators, number of organizations, WIPO international statistical database, Patent Cooperation Treaty (PCT) system, Madrid System for the International Registration of Marks, Hague System for the International Registration of Industrial Designs.

JEL: L15, M41, O31, O33.

doi: <https://doi.org/10.34023/2313-6383-2022-29-6-59-73>.

For citation: Umanets L.V. Directions of Statistical Study of the Implementation of Advanced Production Technologies in Russia. *Voprosy Statistiki*. 2022;29(6):59–73. (In Russ.)

Введение

Научно-технический прогресс (НТП) на современном этапе развития стран мира, в том числе России, требует серьезного подхода к статистическому изучению этого процесса, который развивается по двум основным направлениям: разработка и использование передовых производственных технологий; отдача в максимально короткий срок результатов внедрения передовых производственных технологий. Россия активно участвует в разработке каждого из этих направлений.

Одним из направлений развития НТП является обеспечение разработки и использования передовых производственных технологий. Учетом разработки и использования передовых производственных технологий занимается Росстат — орган официальной государственной статистики. В 1998 г., опираясь на опыт разработки статистического инструментария в относительно близких по тематике направлениях, таких как статистика науки, инноваций и др., на предложения заинтересованных министерств и ведомств в этой области, а также на международные рекомендации по статистическому измерению науки, технологий, инноваций, именуемые как «Руководство ФРАСКАТИ»¹, Росстат разработал основной статистический инструментарий — годовую форму № 1-технология «Сведения о разработке и (или) использовании передовых производственных технологий». Данные по форме впервые были получены за 1999 г. Периодически по мере развития НТП проводится пересмотр методики расчета данных Росстата, предложений министерств и ведомств, а также международных рекомендаций «Руководство ФРАСКАТИ» [1]. За время существования международных рекомендаций с 1963 по 2015 г. было выпущено 6 откорректированных изданий. Изменения в структуре, содержании и показа-

телях формы № 1-технология обеспечивают повышение качества статистической информации, в связи с чем не требуется подключение альтернативной информации из других источников. Практика работы с формой № 1-технология показала, что основные требования к форме по годам сохраняются. Это позволяет строить динамические ряды показателей за значительные периоды их разработки.

Вторым направлением развития НТП является обеспечение отдачи в максимально короткий срок результатов внедрения передовых производственных технологий. Разработка методики статистического учета результатов внедрения передовых производственных технологий не касается деятельности органов государственной статистики. Россия, как член Всемирной организации интеллектуальной собственности (ВОИС), помогает организациям формировать показатели, отражающие результаты внедрения передовых производственных технологий.

В статье подробно рассматриваются основные направления статистического учета НТП и вносятся предложения по его совершенствованию.

Опыт России в статистическом изучении передовых производственных технологий

Основные требования к разработке и заполнению формы № 1-технология. Форму № 1-технология представляют юридические лица (кроме субъектов малого предпринимательства), т. е. крупные и средние организации, осуществляющие экономическую деятельность в соответствии с Общероссийским классификатором видов экономической деятельности ОКВЭД2, введенным в действие 1 февраля 2014 года в соответствии с приказом Росстандарта от 31.01.2014 № 14-ст.

¹ Фурсов К.С. Анализ новейших международных рекомендаций в области статистического измерения, исследований и разработок (Руководство ФРАСКАТИ) и возможность их адаптации в отечественной статистике. URL: https://www.gks.ru/free_doc/new_site/rosstat/nms/prez2_1503.pdf (дата обращения 10.02.2022).

Юридическое лицо заполняет форму № 1-технология и представляет в территориальный орган Росстата по месту фактического осуществления его деятельности ежегодно 20 января года, следующего за отчетным. Период обновления данных — апрель года, следующего за отчетным.

Форму представляют также филиалы, представительства и подразделения действующих на территории Российской Федерации иностранных организаций в порядке, установленном для юридических лиц.

В форме № 1-технология ведется наблюдение за передовыми производственными технологиями по отдельным и основным группам, состав и перечень которых содержатся в Методических указаниях по заполнению данной формы.

Под передовыми производственными технологиями специалисты понимают широкое использование цифровых технологий [2, с. 239; 3, с. 47; 4, с. 16; 5, с. 20]. К их числу относятся цифровое проектирование и моделирование, включая производство суперкомпьютеров; создание новых материалов, в первую очередь композиционных, мегамиaterialов, металлопорошковых материалов, способствующих совершенствованию аддитивного производства; широкое развитие аддитивных² и гибридных технологий, обеспечивающих связь новейших (3D-печати) и традиционных технологий. В передовых производственных технологиях применяются также робототехника, промышленный интернет, оценка внедрения новых технологий с помощью искусственного интеллекта [6, с. 112; 7, с. 78].

Передовые производственные технологии предполагают использование оборудования, которое может принадлежать организации на правах собственности или быть арендованным. При этом учитываться должны не все машины и оборудование, используемые на предприятии, а только та их часть, которая непосредственно востребована при реализации данной технологии. Если для реализации одной технологии требуется комплекс оборудования, то весь комплекс учитывается один раз в составе одной технологии.

Межфирменная компьютерная сеть будет рассматриваться как одна технология и будет учитываться только то оборудование, которое является частью этой сети. Аналогичное решение по оборудованию принимается в отношении локальной компьютерной сети предприятия.

Один комплекс оборудования может быть использован для разработки нескольких технологий, отличающихся параметрами технологического процесса и/или позволяющих получить изделия (товары) с разными характеристиками. Тогда они учитываются как разные технологии.

Росстат ежегодно размещает в Интернете в Альбоме форм федерального статистического наблюдения бланк формы № 1-технология, Указания по ее заполнению, годовые фактические результаты по данным итогов федерального статистического наблюдения.

Форма № 1-технология действует только один год, в котором она заполняется. Например, формы, разработанные за 2009–2019 гг., в текущем 2020 г. не действуют.

На протяжении всех лет, кроме 2020 г., форма состояла из двух основных разделов: раздел 1 «Сведения о разработке передовых производственных технологий в отчетном году»; раздел 2 «Сведения об использовании передовых производственных технологий». Кроме того, к каждому разделу разрабатывались справки, содержащие дополнительную информацию, не нашедшую должного отражения в разделах формы. В форме отчетности за 2020 г. справки были отменены, а содержащиеся в них данные перенесены в соответствующие разделы. Например, информация о создании и периодическом использовании нанообъектов и наносистем с заданными свойствами, в том числе с разработанными характеристиками, переносится в строки с кодом технологий 2018 всех разделов формы.

Для анализа динамики показателей из блока информации за 2009–2020 гг., учитывая систематическое корректирование структуры и содержания формы, автором были выбраны наиболее сопоставимые данные отчетов по разделам 1 и 2 формы № 1-технология за период 2015–2020 гг. (см. таблицы 1–6)³.

² Аддитивное производство предполагает построение модели путем добавления материала, что используется в технологии 3D-печати, в отличие от традиционных технологий, при которых создание деталей происходит путем удаления лишнего материала.

³ Составлено автором на основе данных Росстата: Наука, инновации и технологии, Информационное общество. Альбом форм федерального статистического наблюдения. Форма № 1-технология, Указания по ее заполнению за 2015–2020 гг. Итоги федерального статистического наблюдения по форме № 1-технология за 2015–2020 гг. URL: <https://rosstat.gov.ru/> (дата обращения 08.02.2022).

Таблица 1

Число организаций, участвовавших в разработке передовых производственных технологий в Российской Федерации

Показатели	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Число организаций, разрабатывавших передовые производственные технологии — всего	555	608	585	630	713	749
из них: новые для России	509	562	533	579	656	685
принципиально новые	78	75	77	76	83	99
Число организаций, разрабатывавших передовые производственные технологии с использованием запатентованных изобретений	206	209	188	174	193	213

Таблица 2

Число разработанных передовых производственных технологий в Российской Федерации

Показатели	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Число разработанных передовых производственных технологий — всего	1398	1534	1402	1565	1620	1989
из них: новые для России	1223	1342	1212	1384	1403	1788
принципиально новые	175	192	190	181	217	201
Число передовых производственных технологий, разработанных с использованием запатентованных изобретений	589	527	485	497	530	519

Таблица 3

Число организаций, использовавших передовые производственные технологии в Российской Федерации

Показатели	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Число организаций, использовавших передовые производственные технологии — всего	16 205	17 729	17 129	18 787	18 202	15 089
по периодам внедрения: до 1 года	2 886	3 058	2 929	2 971	3 024	3 583
1–3 года	6 421	6 715	6 503	6 553	6 130	6 503
4–5 лет	5 533	5 756	5 598	5 836	5 661	5 243
6 лет и более	11 784	13 163	12 819	14 064	13 586	11 304
Число организаций, использовавших передовые производственные технологии:						
разработанные в отчитывающейся организации	2 408	2 657	2 460	2 494	2 444	2 368
приобретенные в России	13 044	14 322	13 994	15 552	15 147	12 704
приобретенные за рубежом	5 177	5 586	5 455	5 698	5 634	5 863
Число организаций, использовавших передовые производственные технологии с участием запатентованных изобретений	715	738	662	592	564	587

Таблица 4

Число использованных передовых производственных технологий в Российской Федерации

Показатели	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Число использованных передовых производственных технологий — всего	218 018	232 388	240 054	254 927	262 645	242 931
по периодам внедрения: до 1 года	16 844	15 671	17 243	17 146	18 638	20 041
1–3 года	48 293	49 445	47 927	49 433	49 873	52 473
4–5 лет	39 250	39 109	40 794	41 355	38 441	33 921
6 лет и более	113 631	128 163	134 090	146 993	155 693	136 496
Число использованных передовых производственных технологий:						
разработанных в отчитывающейся организации	32 182	36 815	39 473	47 261	47 609	47 999
приобретенных в России	122 583	127 089	131 440	132 863	136 893	117 815
приобретенных за рубежом	63 253	68 484	69 141	74 803	78 143	77 117
Число использованных передовых производственных технологий с участием запатентованных изобретений	9 249	9 617	9 127	8 802	8 579	7 995

Таблица 5

Выполнение работ по государственному контракту для федеральных государственных нужд в Российской Федерации

Показатели	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Число организаций, выполнявших работы по государственному контракту для федеральных государственных нужд	-	-	-	126	151	118
Число разработанных передовых производственных технологий для выполнения работ по государственному контракту для федеральных государственных нужд	379	374	399	390	458	340

Таблица 6

Разработка и использование нанотехнологий в Российской Федерации

Показатели	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Число организаций, разработавших нанотехнологии	137	124	117	118	107	35
Число разработанных нанотехнологий	505	494	416	402	555	46
Число организаций, использовавших нанотехнологии — всего	1 152	1 166	1 144	1 258	1 228	223
из них разработанные в отчитывающейся организации	495	550	518	516	709	96
Число используемых нанотехнологий — всего	-	-	-	-	-	846
из них разработанных в отчитывающейся организации	-	-	-	-	-	301

Рассмотренный материал дает определенное представление о динамике разработки и использования передовых производственных технологий за последние годы.

За 2015–2020 гг., по данным формы № 1-технология, значительно выросла разработка передовых производственных технологий (ППТ) по числу организаций, участвующих в этом процессе: всего (на 35,0%), разработавших новые для России (на 34,6) и принципиально новые (на 26,9%), и по числу разработанных передовых производственных технологий: всего (на 42,3%), новых для России (на 46,2) и принципиально новых (на 14,9%). Что касается разработки ППТ с использованием запатентованных изобретений, то здесь незначительный рост числа организаций — на 3,4%, а технологий — снижение на 11,9%.

Число организаций, использовавших ППТ, за 2015–2020 гг. сократилось до 93,1%, в том числе использовавших технологии, разработанные в отчитывающейся организации — до 98,3%, приобретенные в России — до 97,4 и только для приобретенных за рубежом наметился рост до 113,3%.

Число организаций и технологий с запатентованными изобретениями в использовании ППТ за последние годы снизилось: организаций — до 82,1%, технологий — до 86,4%.

Что касается выполнения работ по государственному контракту для федеральных государственных нужд, то здесь число организаций, выполнявших такие работы, и число разработанных ППТ для их выполнения практически не меняются.

Другое дело разработка и использование нанотехнологий. Начиная с 2015 по 2020 г. практически снижается число организаций, разработавших и использовавших нанотехнологии: до 25,5% в разработке и до 19,4% в использовании ППТ. За этот период число разработанных нанотехнологий уменьшилось до 9,1% от разработанных

ППТ. Все это связано с определенными экономическими преобразованиями отрасли и требует специального исследования.

Исходя из анализа данных о динамике основных характеристик разработки и использования передовых производственных технологий, рассмотрим структуру, содержание и значения основных показателей формы № 1-технология.

Структура формы № 1-технология⁴. Поскольку наибольшие изменения произведены в форме № 1-технология за 2020 г., рассмотрим эту форму. Она представлена пятью разделами:

Раздел 1. Сведения о разработке передовых производственных технологий в отчетном году (содержит учетные показатели).

Раздел 2. Сведения об использовании передовых производственных технологий (содержит учетные показатели).

Раздел 3. Эффективность внедрения передовых производственных технологий (содержит оценочные показатели).

Раздел 4. Реализация технологической стратегии организации (содержит оценочные показатели).

Раздел 5. Факторы, препятствующие внедрению передовых производственных технологий (содержит оценочные показатели).

В сводном отчете по форме № 1-технология за 2020 г. добавляется раздел 6. Число обособленных подразделений, информация по которым включена в отчет по форме.

Разработка разделов формы № 1-технология, содержащих учетные показатели. Разделы 1 и 2 заполняются учетными показателями. Учетные показатели рассчитываются на основе первичных статистических данных и их величина не зависит от субъективной оценки специалистов.

⁴ Составлено автором на основе данных Росстата: Наука, инновации и технологии, Информационное общество. Альбом форм федерального статистического наблюдения. Форма № 1-технология, Указания по ее заполнению за 2020 г. URL: <https://rosstat.gov.ru/> (дата обращения 08.02.2022).

Раздел 1 заполняют организации, которые вели разработку передовых производственных технологий в отчетном году. В графах 1–4 раздела приводятся общие сведения о характере разработанных передовых технологий и их количестве. Для исключения случаев двойного счета сведения о разработке технологий представляют только головные организации – разработчики технологий. Каждой из разработанных технологий присваивается код группы технологий, взятый из перечня приложений формы № 1-технология: отдельные группы технологий (коды 1001–9014); основные группы (коды 1000, 2000 ... 9000); сводная группа с кодом 9999. Указывается область назначения технологий, то есть проставляется код вида экономической деятельности по ОКВЭД2. Далее рассматривается степень новизны разрабатываемых технологий и проставляются соответствующие коды. Код 1 присваивается технологиям, не имеющим отечественных аналогов. Код 2 – технологиям, не имеющим ни отечественных, ни зарубежных аналогов.

Технология считается разработанной, а сведения о ней включаются в отчет только при успешном проведении приемных испытаний, а также при наличии полного комплекта технической документации. Если технология разработана в рамках заказа (контракта), то акт ее приемки в отчетном году является обязательным.

В графе 5 проставляются коды запатентованных изобретений, использованных для разработки каждой из технологий. Если для разработки технологии были использованы одно или несколько изобретений, по которым получены охранительные документы (патенты), то в графе 5 проставляется код 12; если технология была разработана без использования запатентованных изобретений, проставляется код 13.

В графе 6 отмечаются организации, выполнявшие работы по государственному контракту для федеральных государственных нужд. В этой графе указывается номер регистрации государственного контракта и цифровой номер реестровой записи контракта.

В *разделе 2* рассматриваются сведения об использовании организациями в отчетном году передовых производственных технологий, включенных в перечень приложения к форме № 1-технология. Под использованием передовых производствен-

ных технологий специалисты понимают их внедрение в производственную эксплуатацию, результатом которой является выпуск товаров, выполнение работ или оказание услуг. В разделе показано число использованных технологий в зависимости от продолжительности периода использования с момента их внедрения: до одного года (2020 г.); от 1 до 3 лет (2019–2017 гг.); от 4 до 5 лет (2016–2015 гг.); 6 и более лет (2014 г. и ранее). Приводятся данные о числе использованных передовых производственных технологий, разработанных в отчитывающейся организации, а также о числе приобретенных технологий, разработанных в России и за рубежом. В раздел 2 включаются данные о запатентованных изобретениях, использованных в технологиях, о числе используемых технологий, находящихся в стадии экспериментального использования. Разработка разделов 1 и 2 играет важную роль в формировании значений учетных показателей.

Заполнение разделов 1 и 2 в форме № 1-технология осуществляется по данным первичного учета и разработочных таблиц t1–t6, сформированных Росстатом (всего 6 таблиц, содержащих учетные показатели)⁵.

Для более полного анализа методологических подходов к организациям, разработавшим передовые производственные технологии, и другим показателям формы № 1-технология автором были откорректированы разработочные таблицы Росстата и создан новый блок таблиц, содержащих учетные показатели, от t1_нов до t10_нов.

На основе анализа с участием нового блока таблиц были выявлены следующие методологические проблемы. В таблице t1_нов сумма числа организаций, разработавших технологии по типам (новые для России и принципиально новые), по отдельным группам технологий значительно превышает число организаций, разработавших технологии в целом. Это обусловлено тем, что одна организация может разрабатывать как новые для России, так и принципиально новые технологии, и в сумме такая организация учитывается дважды, а в отчет необходимо брать только одну. Превышение суммарного над реальным числом организаций, разрабатывающих передовые технологии, составляет по отдельным группам от 0,05 до 33,3%. Проблема заключается не столько в превышении суммарного числа над реальным, что

⁵ Рассчитано на основе данных Росстата: Наука, инновации и технологии, Информационное общество. Альбом форм федерального статистического наблюдения. Форма № 1-технология, Указания по ее заполнению за 2020 г. Итоги федерального статистического наблюдения по форме № 1-технология за 2020 г.; разработочные таблицы t1 – t6. URL: <https://rosstat.gov.ru/> (дата обращения 09.02.2022).

возможно для отдельных технологий и за определенное время, сколько в отборе критерия отнесения организации к ее подлинному назначению в качестве разработчика ППТ.

Рассматриваются варианты отбора критериев, из которых наиболее приемлемым может стать разработка передовых производственных технологий с использованием запатентованных изобретений, что обеспечивает облегченный, но в то же время качественный учет отбора организаций, разрабатывающих ППТ.

В разработочной таблице t2_нов учитывается число разработанных ППТ. Здесь ситуация нормальная. Число новых передовых производственных технологий для России и принципиально новых в сумме соответствует общему числу разрабатываемых передовых производственных технологий. Боковик таблицы t2_нов включает не только отдельные коды (от 1001 до 9014), но также основные (1000, 2000 ... 9000) и сводную (9999) группы технологий.

Остается проблема учета неучтенных технологий, данные по которым не отражаются в отчетности в целях обеспечения конфиденциальности результатов, полученных от организаций. По группам технологий, где вместо цифр содержится упоминание о конфиденциальности, общая сумма разрабатываемых технологий по типам меньше, чем общее число разрабатываемых технологий, и отношение этих сумм составляет от 75 до 98%. Для восполнения отсутствующих данных по неучтенным технологиям предлагается воспользоваться расчетами аналогичных данных по технологиям, близким к искомым по своим характеристикам.

Было бы целесообразно выделить информацию о числе организаций, разработавших передовые производственные технологии с использованием запатентованных технологий, и числе разработанных технологий. Эта информация содержалась отдельно в таблицах t1 и t2. В настоящее время она собрана автором в таблицу t3_нов. На долю организаций, разработавших передовые производственные технологии с использованием запатентованных изобретений, и долю самих технологий с использованием запатентованных изобретений приходится от 1/4 всех организаций и от 1/3 всех технологий.

Есть технологии, разработка которых требует существенного использования запатентованных изобретений: технология безопасности взаимодействия

«человек-машина», код технологии 2005 (66,7%); аддитивные технологии для производства быстро прототипирования, 3D-печать-металлы, код — 2009 (70,0); микропроизводство, код — 2011 (63,6); микроэлектромеханические системы, код — 2012 (55,6); плазменное напыление, код — 2017 (57,1); биотехнологии, код — 2019 (59,1); автоматизированная система хранения и извлечения, код — 2020 (55,6); технология снижения вредных выбросов в атмосферу (загрязнение воздуха), код — 7001 (58,3%).

В таблице t4_нов изучается число организаций, выполнявших работу по государственному контракту для федеральных государственных нужд, и число разработанных передовых производственных технологий при выполнении работ по государственному контракту. Число организаций и технологий, разрабатываемых при выполнении работ по госконтракту, не превышает 15–20% от общего числа организаций, разрабатывающих передовые производственные технологии, и от числа соответствующих технологий. Работа над информацией такого уровня в 2020 г. усложнилась в связи с отсутствием первичных статистических данных по 25 технологиям, что объясняется необходимостью соблюдения конфиденциальности. Это требует дальнейшей проработки проблемы.

Разработочные таблицы Росстата t3 и t4 содержат методику расчета показателей, характеризующих число организаций, использовавших передовые производственные технологии, и число соответствующих технологий. Это достаточно громоздкие таблицы, поскольку они изучают сразу несколько статистических направлений. Представленные автором разработочные таблицы t5_нов — t10_нов относятся к трем статистическим направлениям.

1. В таблицах t5_нов и t6_нов определяется число организаций, использовавших передовые производственные технологии, и число использованных передовых производственных технологий по годам их внедрения. При этом таблица t5_нов имеет те же недостатки, что и таблица t1_нов. В таблице t5_нов суммарное число организаций, использовавших передовые производственные технологии, по годам их внедрения превышает общее число организаций, использовавших передовые производственные технологии. Это превышение значительное. В целом по коду 9999 оно составляет 76,5%. Специалисты Росстата объ-

ясняют это тем, что одна организация может работать с технологиями различного срока внедрения, а в учет попадает только одна технология со своим сроком внедрения. Каким конкретно он будет — неясно.

2. Аналогичная ситуация складывается с формированием суммарного числа организаций, использовавших передовые производственные технологии, по их происхождению: разработанные в отчитывающейся организации, приобретенные в России, приобретенные за рубежом (таблицы t7_нов и t8_нов). Расчетная сумма числа организаций, использовавших ППТ, превышает заданную сумму по коду 9999 на 38,7%.

Что касается использования передовых производственных технологий, то в данном случае все в порядке: сумма числа использованных передовых производственных технологий и по срокам внедрения, и по происхождению совпадает с общим числом использованных передовых производственных технологий по каждому из рассматриваемых направлений.

3. В таблицах t9_нов и t10_нов исследуется число организаций, имеющих запатентованные изобретения в использованных технологиях, а также число использованных технологий с запатентованными изобретениями. Рассматривается также число организаций, имеющих технологии в стадии экспериментального использования, и число технологий в стадии экспериментального использования. Анализ материалов таблиц t9_нов и t10_нов показал, что прослеживается устойчивая тенденция превышения удельного веса организаций, имеющих запатентованные изобретения в использованных технологиях, в общем числе организаций, использующих передовые производственные технологии, в сравнении с удельным весом запатентованных технологий в общем числе используемых технологий. Так, по коду 9999 удельный вес организаций, имеющих запатентованные изобретения, составил 3,9%, а удельный вес технологий с запатентованными изобретениями — 3,3%. По кодам отдельных групп технологий это превышение еще значительнее. Например, по коду 2009, соответственно, 12,4 и 10,0%. Аналогичное превышение числа организаций над числом технологий скла-

дывается в условиях их экспериментального использования. По коду 9999 число таких организаций составило 2,9% от общего числа организаций, а число технологий — только 1,1%; по коду 2008 на долю организаций приходится 6,0%, на долю технологий — 3,8%.

Все вышеизложенное свидетельствует о поиске подходов к расчетам числа организаций, использующих передовые производственные технологии. Акцент делается на использование наиболее значимых производственных технологий: технологии с запатентованными изобретениями и технологии, находящиеся в стадии экспериментального использования. Было бы целесообразно такой подход оформить документально.

Разработка разделов формы №1-технология, содержащих оценочные показатели⁶. Показатели двух первых разделов формы — это показатели учета, основанные на объективных данных первичного учета, и не зависят от мнения руководителей и специалистов организаций. Однако в последнее время все чаще входят в практику статистического учета так называемые оценочные показатели, т. е. оценка мнения руководителей и специалистов по различным вопросам работы организации, не нашедших свое отражение в показателях первичного учета. В форме № 1-технология за 2020 г. впервые представлены три раздела оценки работы организации (разделы 3—5). Для расчета показателей разделов используются данные разработанных таблиц Росстата, откорректированных автором (таблицы t30_нов, t40_нов, t50_нов).

Раздел 3. Эффективность внедрения передовых производственных технологий. Раздел заполняют только организации, которые использовали в отчетном году передовые производственные технологии. В подлежащем таблицы t30_нов по каждому виду экономической деятельности введены основные направления эффективного воздействия внедрения передовых производственных технологий на развитие производства. Всего таких позиций одиннадцать:

1. Повышение эффективности производственного процесса (рост производительности труда).
2. Снижение издержек производства (снижение материалоемкости, энергоемкости и др.).

⁶ Рассчитано на основе данных Росстата: Наука, инновации и технологии, Информационное общество. Альбом форм федерального статистического наблюдения. Форма № 1-технология, Указания по ее заполнению за 2020 г. Итоги федерального статистического наблюдения по форме № 1-технология за 2020 г.; разработочные таблицы t30, t40, t50. URL: <https://rosstat.gov.ru/> (дата обращения 09.02.2022).

3. Повышение качества, снижение доли брака.
4. Ускорение производственного цикла, снижение времени изготовления (выполнения) заказов.
5. Повышение гибкости производства, возможности по адаптации, переналадке.
6. Снижение воздействия на окружающую среду.
7. Выпуск товаров, работ и услуг с новыми потребительскими свойствами.
8. Удовлетворение потребностей партнеров по цепочке поставок.
9. Соответствие стандартам, техническим регламентам и нормативам.
10. Выход на зарубежные рынки сбыта (усиление экспортного потенциала).
11. Снижение импортозависимости.

По каждому направлению эффективного воздействия передовых производственных технологий в таблице t30 Росстата были разработаны четыре показателя:

1. Низкая степень воздействия (код 1).
2. Средняя степень воздействия (код 2).
3. Высокая степень воздействия (код 3).
4. Воздействие отсутствует (код 4).

Анализ итоговых расчетов по разделу 3 показал, что на первое место выходит средняя степень воздействия по коду 2; на втором месте — воздействие отсутствует (код 4); на третьем — высокая степень воздействия (код 3); на последнем месте — низкая степень воздействия (код 1).

Полученный материал представляет достаточный интерес. Однако реквизиты раздела требуют дальнейшей проработки. Во-первых, необходимо уточнить направления эффективного воздействия передовых производственных технологий; во-вторых, повысить объективность задействованных показателей. Возможна балльная оценка показателей: в пределах какого интервала баллов следует оценивать низкую, среднюю и высокую степень воздействия; наконец, сформулировать, что следует понимать под отсутствием воздействия. Тогда параметры показателей могут существенно измениться.

Раздел 4. Реализация технологической стратегии организации. Раздел заполняют все организации. Автором предложены два основных направления технологической стратегии, основанные на первичных данных, содержащихся в таблице t40 Росстата:

1. Взаимодействие с другими организациями при разработке, внедрении и обслуживании передовых производственных технологий.

2. Реализация возможностей самой организации в разработке и использовании передовых производственных технологий.

По первому направлению выделяются:

- сотрудничество с образовательными организациями высшего и среднего образования;
- сотрудничество с научными организациями;
- сотрудничество с проектными, проектно-конструкторскими, конструкторскими и инженеринговыми организациями;
- конкурентная технологическая разведка, сравнительный анализ и анализ технологических трендов, в том числе дорожной карты.

По второму направлению рассматривается мобилизация возможностей самой организации в решении стратегических задач по разработке и использованию передовых производственных технологий. Конкретными направлениями работы признаны:

- вознаграждение сотрудников за предложения по улучшению качества товаров и услуг, повышению эффективности производства;
- реализация программы обучения на рабочем месте;
- эксплуатация систем управления знаниями, опытом, лучшими практиками;
- применение методов коллективного планирования и принятия решений.

По каждому виду экономической деятельности опрашиваемые дают положительную или отрицательную оценку реализации каждого из стратегических направлений. В 2020 г. из всех направлений технологической стратегии в целом по обследованным видам экономической деятельности положительную оценку получила реализация программы обучения на рабочем месте — 46,4 % всех опрашиваемых руководителей организации. На втором месте стоит сотрудничество с проектными, проектно-конструкторскими и инженеринговыми организациями — 32,2%. По отдельным видам экономической деятельности это стратегическое направление доходит до 70%. На третьем месте находится вознаграждение сотрудников за предложения по улучшению качества товаров и услуг, повышение эффективности производства — 31,3%. В отдельных видах экономической деятельности это стратегическое направление достигает 74%.

Наибольшую отрицательную оценку получила технологическая стратегия по таким направлениям, как сотрудничество с образовательными ор-

ганизациями (высшего и среднего образования) — 72,3%; вторая отрицательная оценка относится к сотрудничеству с научными организациями — 79,5%; на третьем месте находится конкурентная технологическая разведка, сравнительный анализ и анализ технологических трендов, в том числе дорожные карты — 82,3%. По отдельным видам экономической деятельности отрицательное отношение к этому стратегическому направлению достигает 90,0–93,5%, а иногда и 100%. Неприятие данного стратегического направления связано с тем, что не всех устраивает «шпионаж», хотя он технологически приносит хороший доход.

Позиции государства и позиции организации в выработке технической стратегии разошлись. Государство делает акцент на сотрудничество с организациями, которые непосредственно влияют на разработку и использование передовых производственных технологий. Организации же скорее предпочитают свои возможности в развитии технологической стратегии: реализация программы обучения на рабочем месте; эксплуатация системы управления знаниями, опытом, лучшими практиками; достойное вознаграждение сотрудников за предложения по улучшению качества товаров и услуг, повышение эффективности производства; развитие коллективных методов планирования и принятия решений.

Совершенствование основных направлений технологической стратегии, предложенных в форме № 1-технология, предполагает осуществление досчета и распространения положительных и отрицательных оценок технологической стратегии на сводную и основные группы технологий, а также проработку содержания и значимости основных оценочных показателей (оценка положительная или оценка отрицательная).

Раздел 5. Факторы, препятствующие внедрению передовых производственных технологий. Раздел заполняют все организации. В разделе оценивается значимость различных факторов, которые препятствовали внедрению ППТ в течение отчетного года. Эти факторы могут быть связаны как с низкой технологической или производственной активностью, так и с причинами, сдерживающими внедрение передовых решений [8, с. 1831]. В форме № 1-технология предложены факторы, препятствующие внедрению передовых производственных технологий. По каждому виду экономической деятельности Росстатом в табли-

це t50 прорабатываются 19 конкретных факторов, препятствующих внедрению ППТ. Из них выделяются: недостаточная квалификация сотрудников; недостаточный технический уровень производства; сложность включения новых технологий в существующие производственные процессы; ограничения по стандартам и правилам на рынках сбыта и по текущим цепочкам поставок; длительный срок окупаемости инвестиций; проблемы с привлечением государственного и частного финансирования; трудности доступа к нефинансовой поддержке на федеральном и региональном уровнях; нормативно-правовые ограничения доступа к технологиям в России и за рубежом; неэффективность регулирования и защиты прав на интеллектуальную собственность.

По перечисленным в разделе факторам, препятствующим внедрению передовых производственных технологий, проставляются показатели (оценочные коды) в зависимости от значимости того или иного фактора.

Коды и значения показателей, оценивающих факторы, препятствующие внедрению передовых производственных технологий, следующие:

- 1 — «незначительный, малосущественный»;
- 2 — «значительный»;
- 3 — «основной, решающий»;
- 4 — «затрудняюсь с ответом»;
- 5 — «данный фактор отсутствует».

Исходя из перечисленных выше факторов и показателей, их значений (таблица t50 Росстата), можно сделать вывод о том, что в 2020 г. первое место по значимости занимает показатель оценки фактора как «незначительный, малосущественный» (код 1). Например, такому фактору, как недостаточная квалификация работников, оценку «незначительный, малосущественный» дали 71,1% всех опрошенных. Второе место в опросе принадлежит показателю оценки «данный фактор отсутствует» (код 5). Недостаточную квалификацию сотрудников как отсутствующий фактор, препятствующий внедрению передовых производственных технологий, оценили 14,3% опрошенных. По отдельным видам экономической деятельности значимость этого фактора доходит до 42–48%. На третьем месте в опросе располагается показатель оценки фактора как «значительный» (код 2). Фактор, характеризующий недостаточную квалификацию сотрудников, как «значительный» оценили 6,6% опрошенных. По некоторым видам экономической деятель-

ности этот фактор составил 28–35%. Четвертое место в опросе отводится показателю оценки фактора «затрудняюсь с ответом» (код 4). Всего 5,7% опрошенных затруднились с ответом о значимости фактора недостаточной квалификации сотрудников. По отдельным видам экономической деятельности этот фактор оценивается от 15 до 40%. На последнем пятом месте находится показатель оценки фактора «основной, решающий» (код 3). Со значимостью фактора недостаточной квалификации сотрудников согласилось 2,3% опрошенных, а по некоторым видам экономической деятельности значение этого фактора составило от 10 до 20%.

В данном разделе, как и в разделах 3 и 4 формы № 1-технология, особое внимание должно быть уделено содержанию факторов, препятствующих внедрению передовых производственных технологий, их классификации и упорядочению, а также пересчету и распространению показателей оценки опрошенных на сводную (код 9999) и основные группы факторов.

Совершенствование показателей раздела 5 предполагает четкое понимание содержания факторов: незначительное, значительное, решающее влияние фактора, препятствующего внедрению передовых производственных технологий, а также факторов: «затрудняюсь с ответом» и «данный фактор отсутствует». Решению проблемы может помочь балльная оценка показателей. Проработка оценки факторов, препятствующих внедрению передовых производственных технологий, безусловно, повлияет на результаты опроса организаций.

Учет внедрения передовых производственных технологий на основе альтернативных источников информации. Официальная статистика в лице Росстата проводит периодическую корректировку содержания групп технологий, структуры разделов и показателей формы № 1-технология по рекомендациям министерств и ведомств Российской Федерации, а также с учетом зарубежного опыта [9, с. 224–238]. Последняя крупная реформа данной формы федерального статистического наблюдения была проведена по данным за 2020 г. при поддержке непосредственно Министерства цифрового развития, связи и массовых коммуникаций Российской Федерации (Минцифры России). Она привела к существенным изменениям не только самой формы № 1-тех-

нология, но и данных первичного учета, на котором базируется Росстат при заполнении этой формы. Была проведена корректировка действующих передовых производственных технологий и расширен их перечень, переработана структура, увеличено число разделов, по которым собираются данные первичного учета. Внедрены новые (оценочные) показатели и отработана методология действующих учетных показателей. Эта работа осуществлялась при полной поддержке Минцифры России.

В результате корректировки значений формы № 1-технология за 2020 г. были учтены практически все предложения по ее совершенствованию, в том числе содержащиеся в альтернативных источниках. Юридические и физические лица работают в основном с фактическими данными по этой форме, разрабатываемыми государством.

В свое время выдвигались предложения о распространении формы № 1-технология на все виды организаций (юридических лиц) не только крупных и средних, но и малых. Уже имелся опыт разработки и использования передовых производственных технологий малыми предприятиями. В советское время малые организации имели опыт разработки и использования передовых производственных технологий, в частности, направленный на обеспечение жизнедеятельности космонавтов на космических кораблях. Финансовые проблемы не рассматривались, потому что все оплачивалось государством. В этих условиях малые организации могли успешно функционировать.

В современных условиях, когда «каждый платит за себя», и внедрение передовых производственных технологий требует крупных инвестиций, возможностей успешного функционирования малых организаций, так же как и индивидуальных предпринимателей без образования юридического лица, не осталось, и они ушли из этой сферы деятельности. Так, малые организации в области космонавтики были включены в крупную корпорацию Роскосмос.

Следует отметить, что даже не всем крупным организациям доступна возможность разработки и использования передовых производственных технологий. Решение этой проблемы возможно только для ограниченного круга крупных организаций. В 2020 г. такой деятельностью в России занималось 1,4% этих организаций.

Опыт России в статистическом учете результатов внедрения передовых производственных технологий

В мировом сообществе примерно 90 с лишним стран в той или иной мере занимаются внедрением передовых производственных технологий. Из них специалисты выделяют не менее 15 стран, в которых процесс технологического обновления проходит основательно и быстрыми темпами. Среди них: США, Япония, Южная Корея, Германия, Китай, Индия, Великобритания, Канада, Швеция, Австралия, Финляндия, Россия, Израиль, Франция, Малайзия⁷.

Анализ технологической политики вышеперечисленных стран показал, что разработка и использование передовых производственных технологий в этих странах в настоящее время дело весьма дорогое, требует значительных вложений, что доступно только крупным корпорациям, обладающим значительными финансовыми и людскими ресурсами.

Разработка показателей результативности внедрения передовых производственных технологий, учитываемых в статистической базе ВОИС. Стремление получить в максимально короткий срок отдачу от внедрения передовых производственных технологий вносит определенные изменения в учет новых технологий. В дополнение к данным о разработке и использовании передовых производственных технологий действуют показатели, отражающие результаты внедрения передовых производственных технологий: выдача патентов на продукцию и услуги, произведенные с помощью ППТ; регистрация товарных знаков по сумме классов; регистрация промышленных образцов по сумме образцов. Заявитель (физическое или юридическое лицо) представляет в организации, призванные решать данные вопросы, заявки на патентование товаров и услуг, получение товарных знаков и оформление промышленных образцов.

Так, патентная система «Договор о патентной кооперации» РСТ (Patent Cooperation Treaty) работает с поступившими заявками и выносит свое решение на получение патентов в соответствии с действующими правилами.

Мадридская система принимает заявки на подсчет классов и присвоение товарного знака на но-

вую продукцию или услуги, полученные по новым технологиям. После подсчета числа классов выносится решение по регистрации товарного знака или отказ.

Гаагская система принимает заявки на подсчет промышленных образцов. Число образцов, которое по сумме отвечает необходимым требованиям, проходит соответствующую регистрацию.

Вопросами заявок о регистрации продукции и услуг, произведенных с помощью передовых производственных технологий, в странах занимаются определенные национальные ведомства. В России это Федеральная служба по интеллектуальной собственности (Роспатент).

После получения и обработки результатов патентования, регистрации товарных знаков и количества промышленных образцов национальные ведомства передают эти данные в ВОИС — Всемирную организацию интеллектуальной собственности, созданную решением ООН в 1970 г. Целью создания и использования ВОИС является одновременное обеспечение коммерческой деятельности и развития прогрессивных технологий. Каждый раз национальные ведомства стран-членов ВОИС передают в эту организацию соответствующий материал для учета результатов внедрения передовых производственных технологий. ВОИС в течение года обрабатывает и систематизирует полученный материал и в конце года публикует данные учета внедрения передовых технологий по выдаче патентов, регистрации товарных знаков и промышленных образцов. При этом ВОИС сохраняет аналогичные данные за предыдущие годы (2010–2019). Функция ВОИС по учету передовых технологий выполнялась и ранее другими организациями в ООН. Эти данные не утрачены и находятся в архиве статистической базы ВОИС [10]. Чтобы их получить, необходимо оформить соответствующую заявку.

Таким образом, статистическая база ВОИС обладает необходимым набором данных для разработки динамических рядов за длительный период времени, что обеспечивает проведение качественного анализа результатов внедрения передовых технологий [11, с. 13–30], [12, с. 29–52]. Рассмотрим результаты учета ВОИС передовых производственных технологий за 2020 г. по пяти ведущим странам ВОИС, отличающимся сроками вступления и объемами предоставляемых данных (см. таблицы 7–11)⁸.

⁷ URL: <https://investfuture.ru/news/id/15-samyh-tehnologicheskii-razvityih-stran-v-mire> (дата обращения 10.02.2022).

⁸ Всемирная организация интеллектуальной собственности (ВОИС). URL: <https://www.wipo.int/ipstats/ru/> (дата обращения 08.02.2022).

Таблица 7

Патентование, регистрация товарных знаков и число промышленных образцов

Страны	Патенты	Товарные знаки (по сумме классов)	Промышленные образцы (по сумме образцов)
Россия	30 282	425 667	12 379
Германия	168 005	2 704 423	581 330
Китай	1 441 085	10 886 104	1 336 233
США	495 883	1 877 118	393 719
Малайзия	1 923	29 689	1 224

Таблица 8

Патентование

Страны	Патентные заявки			Выданные патенты			Действующие патенты	Заявки на полезные модели		
	Резиденты	Нерезиденты	Зарубежные	Резиденты	Нерезиденты	Зарубежные		Резиденты	Нерезиденты	Зарубежные
Россия	24 212	11 225	6 070	17 512	11 607	3 799	266 189	8 859	336	153
Германия	68 214	19 845	99 791	31 139	6 221	70 306	834 734	8 895	3 423	1 030
Китай	1 344 817	152 342	96 268	440 691	89 436	44 467	3 057 844	2 918 874	7 759	5 136
США	269 586	327 586	226 297	164 562	187 431	141 875	3 348 531	-	-	2 207
Малайзия	989	5 839	934	1 147	7 059	570	31 975	121	66	58

Таблица 9

Товарные знаки (по сумме классов)

Страны	Число классов в заявках на товарные знаки			Число классов в регистрациях товарных знаков		
	Резиденты	Нерезиденты	Зарубежные	Резиденты	Нерезиденты	Зарубежные
Россия	341 414	56 826	84 253	139 620	56 776	84 711
Германия	319 255	26 332	2 385 168	232 282	23 019	2 095 620
Китай	9 116 509	229 248	1 769 595	5 576 620	202 456	1 297 245
США	549 380	320 926	1 327 738	235 711	1 645 509	1 264 813
Малайзия	18 414	26 872	11 275	10 756	32 558	10 241

Таблица 10

Промышленные образцы (по сумме образцов)

Страны	Число образцов в заявках на промышленные образцы			Число образцов в регистрациях промышленных образцов		
	Резиденты	Нерезиденты	Зарубежные	Резиденты	Нерезиденты	Зарубежные
Россия	4 816	5 773	7 563	3 250	6 003	6 464
Германия	54 630	4 874	526 700	52 987	4 587	546 113
Китай	752 339	18 023	583 894	711 559	20 359	553 038
США	21 686	29 057	372 033	17 871	23 617	390 182
Малайзия	575	1 126	649	327	939	616

Таблица 11

Международные заявки, подаваемые по процедуре договоров ВОИС

Страны	Заявки, подаваемые по процедуре договоров ВОИС			Переход заявок РСТ на национальную фазу (прямой переход и через региональное ведомство)		
	Система РСТ	Мадридская система	Гагская система	Резиденты	Нерезиденты	Зарубежные
Россия	1 084	1 566	57	199	9 034	2 804
Германия	18 538	7 326	703	12 678	6 354	5 708
Китай	68 764	6 696	361	651	87 303	52 221
США	58 730	10 015	531	36 672	124 893	154 348
Малайзия	242	102	1	17	4 822	362

Перечисленные в таблицах 7–11 показатели, кроме показателя числа действующих патентов (рассчитывается как суммарное, без распределения по категориям заявителей), разрабатываются по трем категориям заявителей: резиденты – заявители из данной страны, нерезиденты – заявители

из других стран, «зарубежные» – заявители, подавшие заявки из той или иной страны в иностранное ведомство данной страны.

Специально выделены международные заявки, выданные по процедуре договоров ВОИС (таблица 11). Обычно их количество учитывается

Литература

в общем количестве заявок. Однако в связи с повышенной значимостью этих заявок ВОИС счел необходимым специально их выделить. При этом меняется порядок подачи этих заявок в ВОИС. Заявитель сам непосредственно подает международные заявки на патент, товарный знак и промышленный образец в соответствующие международные организации систем: РСТ, Мадридской и Гагской. Результаты рассмотрения и принятия решений международные организации направляют непосредственно в ВОИС, которая в соответствии с заключенными договорами формирует распределение заявок по организациям, где они были обработаны, а затем переводит эти заявки в национальную фазу с распределением по категориям их заявителей.

ВОИС также выделяет ведущих заявителей в виде списков корпораций для каждой из систем: РСТ, Гагской, Мадридской. Среди ведущих заявителей начинают появляться корпорации из России. Так, например, в 2018–2020 гг. среди ведущих заявителей системы РСТ оказался ПАО Сбербанк России; в Мадридской системе — акционерное общество Газпромнефть и открытое акционерное общество Рот-Фронт; в Гагской системе — акционерное общество Газпромнефть.

Следует подчеркнуть, что, несмотря на высокую значимость выданных патентов, охраняющих авторские права на изобретения, полезные модели и т. д., срок их действия ограничен. По истечении этого срока при необходимости патент переоформляется.

Заключение

Статистическое изучение двух основных направлений развития НТП позволяет в перспективе продумать вопрос о сближении и в конечном счете объединении двух направлений учета: разработки и использования передовых производственных технологий, с одной стороны, и результатов внедрения передовых производственных технологий — с другой, на базе единой формы государственного статистического учета, разработав для этого седьмой раздел формы № 1-технология. Одновременное формирование в разделах формы показателей внедрения передовых технологий и их результативности позволит уже на ранней стадии разработки и использования этих технологий оценить качество предлагаемых разработок и принять соответствующие меры по их совершенствованию.

1. Frascati Manual 2015. Guidelines for Collecting and Reporting Data on Research and Experimental Development. OECD. 2015. P. 398. URL: <https://www.oecd.org/publications/frascati-manual-2015-9789264239012-en.htm>.

2. Цифровая трансформация отраслей: стартовые условия и приоритеты: докл. к XXII Апр. междунар. науч. конф. по проблемам развития экономики и общества, Москва, 13–30 апр. 2021 г. / Г.И. Абдрахманова и др.; рук. авт. кол. П.Б. Рудник; науч. ред. Л.М. Гохберг и др.; Нац. исслед. ун-т «Высшая школа экономики». М.: Изд. дом Высшей школы экономики, 2021. 239 с.

3. Дежина И. Передовые производственные технологии: место России // Экономическое развитие России. 2014. Т. 2. № 2. С. 47–50.

4. Дежина И., Пономарев А. Перспективные производственные технологии: новые акценты в развитии промышленности // Форсайт. 2014. Т. 8. № 2. С. 16–29.

5. Дежина И., Пономарев А., Фролов А. Перспективные производственные технологии в России: контуры новой политики // Форсайт. 2015. Т. 9. № 1. С. 20–31.

6. Миллер М.А. Разработка и использование передовых производственных технологий в российской промышленности // Вестник СибАДИ. 2015. Т. 6. № 46. С. 112–119. doi: [https://doi.org/10.26518/2071-7296-2015-6\(46\)-37-42](https://doi.org/10.26518/2071-7296-2015-6(46)-37-42).

7. Туровец Ю.В., Вишневский К.О. Стандартизация цифрового производства: возможности для России и ЕАЭС // Бизнес-информатика. 2019. Т. 13. № 3. С. 78–96. doi: <https://doi.org/10.17323/1998-0663.2019.3.78.96>.

8. Хайруллина М.В. Технологическое предпринимательство: сдерживающие факторы и условия развития // Российское предпринимательство. 2016. Т. 17. № 16. С. 1831–1848. doi: <https://doi.org/10.18334/gr.17.16.36402>.

9. Баурина С.Б., Акуленко Н.Б. Зарубежный опыт внедрения передовых технологий совершенствования производственных систем // Вестник Российского экономического университета имени Г.В. Плеханова. 2018. № 6. С. 224–238. doi: <https://doi.org/10.21686/2413-2829-2018-6-224-238>.

10. ВОИС: ИС в фактах и цифрах 2020 год. Geneva: WIPO, 2020. 51 с. URL: https://www.wipo.int/edocs/pubdocs/ru/wipo_pub_943_2020.pdf.

11. Кириченко И.В. и др. Наука и инновации в 2019–2020 гг.: ресурсное обеспечение, первые посткризисные оценки // Анализ и прогноз. Журнал ИМЭМО РАН. 2021. № 1. С. 13–30. doi: <https://doi.org/10.20542/afij-2021-1-13-30>.

12. Кузнецова И.А., Фридлянова С.Ю. Развитие методологии статистического измерения инновационной деятельности в условиях реформирования международных стандартов // Вопросы статистики. 2020. Т. 27. № 1. С. 29–52. doi: <https://doi.org/10.34023/2313-6383-2020-27-1-29-52>.

Информация об авторе

Уманец Любовь Васильевна — канд. экон. наук, независимый эксперт, г. Москва.

Благодарность

Автор выражает глубокую признательность кандидату экономических наук Толмачевой Нинель Александровне за помощь при подготовке и оформлении статьи.

References

1. *Frascati Manual 2015. Guidelines for Collecting and Reporting Data on Research and Experimental Development*. OECD; 2015. P. 398. Available from: <https://www.oecd.org/publications/frascati-manual-2015-9789264239012-en.htm>.
2. **Abdrakhmanova G.I.** et al. (eds.) *Digital Transformation of Industries: Starting Conditions and Priorities: Reports to XXII April International Scientific Conference on Economic and Social Development, Moscow, 13–30 April, 2021*. Moscow: HSE University Publishing House; 2021. 239 p. (In Russ.)
3. **Dezhina I.** Advanced Manufacturing Technologies: Russia's Place. *Russian Economic Development*. 2014;2(2):47–50. (In Russ.)
4. **Dezhina I., Ponomarev A.** Advanced Manufacturing: New Emphasis in Industrial Development. *Foresight-Russia*. 2014;8(2):16–29. (In Russ.)
5. **Dezhina I., Ponomarev A., Frolov A.** Advanced Manufacturing Technologies in Russia: Outlines of a New Policy. *Foresight-Russia*. 2015;9(1):20–31. (In Russ.)
6. **Miller M.A.** Development and Using of Advanced Manufacturing Technology in Russian Industry. *The Russian Automobile and Highway Industry Journal*. 2015;6(46):112–119. (In Russ.) Available from: [https://doi.org/10.26518/2071-7296-2015-6\(46\)-37-42](https://doi.org/10.26518/2071-7296-2015-6(46)-37-42).
7. **Turovets Yu.V., Vishnevskiy K.O.** Standardization in Digital Manufacturing: Implications for Russia and the EAEU. *Business Informatics*. 2019;13(3):78–96. (In Russ.) Available from: <https://doi.org/10.17323/1998-0663.2019.3.78.96>.
8. **Khayrullina M.V.** Technological Entrepreneurship: Constraining Factors and the Development Conditions. *Rossiyskoe predprinimatel'stvo*. 2016;17(16):1831–1848. (In Russ.) Available from: <https://doi.org/10.18334/rp.17.16.36402>.
9. **Baurina S.B., Akulenko N.B.** Overseas Experience of Introducing Advanced Technologies of Production System Upgrading. *Vestnik of the Plekhanov Russian University of Economics*. 2018;(6):224–238. (In Russ.) Available from: <https://doi.org/10.21686/2413-2829-2018-6-224-238>.
10. *WIPO: IP Facts and Figures 2020*. Geneva: WIPO; 2020. 51 p. (In Russ.) Available from: https://www.wipo.int/edocs/pubdocs/ru/wipo_pub_943_2020.pdf.
11. **Kirichenko I.V.** et al. Science and Innovation in 2019–2020: Resourcing, First Post-Crisis Assessments. *Analysis and Forecasting*. IMEMO Journal. 2021;(1):13–30. (In Russ.) Available from: <https://doi.org/10.20542/afj-2021-1-13-30>.
12. **Kuznetsova I.A., Fridlyanova S.Yu.** Development of Methodology for Statistical Measurement of Innovative Activity amid Reforming of International Standards. *Voprosy Statistiki*. 2020;27(1):29–52. (In Russ.) Available from: <https://doi.org/10.34023/2313-6383-2020-27-1-29-52>.

About the author

Lyubov' V. Umanets — Cand. Sci. (Econ.), Independent Expert, Moscow.

Acknowledgements

The author would like to express her sincere gratitude to Ninel A. Tolmacheva for her help in preparing and formatting the article.

Подготовка IT-специалистов в российских вузах: статистический анализ

Алиса Валерьевна Меликян

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

В статье представлены результаты статистического анализа тенденций в изменении численности студентов, обучающихся по IT-специальностям в российских высших учебных заведениях, а также на основе применения эконометрических методов дана характеристика вузов с высокой численностью приведенного контингента и значительной долей студентов, получающих образование по программам в области информационных технологий. Новизна настоящего исследования, по мнению автора, состоит в том, что расчеты сделаны на основе выборки большого объема и с учетом изменений в ее динамических характеристиках (изучена информация о деятельности 611 вузов и 467 филиалов за 2015/2016, 2017/2018 и 2019/2020 учебные годы).

Статистический анализ показал, что в России единичные вузы специализируются на подготовке студентов для IT-сферы. Так, в 2019/2020 учебном году только в девяти высших учебных заведениях обучалось по IT-специальностям более 60% студентов. В то же время подготовка IT-специалистов ведется в половине вузов и в трети филиалов страны. За период с 2015/2016 по 2019/2020 учебный год численность приведенного контингента студентов, обучающихся по IT-специальностям, выросла в России на 31%.

На основе регрессионного анализа данных выявлена положительная взаимосвязь между индикаторами численности студентов IT-специальностей в вузах (их общей численностью, абсолютным приростом численности и долей в составе всех обучающихся) и следующими показателями: долей молодых специалистов в общей численности профессорско-преподавательского состава (ППС); числом предприятий-партнеров; количеством технопарков и малых предприятий в вузе; доходами от научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ (НИОКР) и числом публикаций в Scopus. Отрицательная взаимосвязь наблюдается между численностью студентов IT-специальностей и долей лиц с учеными степенями в общей численности ППС, а также между долей студентов IT-специальностей в общей численности обучающихся и показателями интернационализации состава учащихся и преподавателей.

Предложенный подход позволил на основе репрезентативной выборки российских образовательных учреждений высшего образования оценить взаимосвязи между показателями численности IT-студентов в вузе и результатами его деятельности по рассмотренным направлениям, а также определить характеристики высших учебных заведений, вносящих значимый вклад в подготовку IT-специалистов.

Приведенные в статье результаты исследования могут представлять интерес для тех вузов, которые планируют в ближайшие годы значительно увеличить численность студентов и повысить качество приема абитуриентов на обучение по IT-специальностям.

Ключевые слова: подготовка IT-специалистов, информационные технологии, статистика высшего образования, статистические методы, регрессионный анализ.

JEL: C10.

doi: <https://doi.org/10.34023/2313-6383-2022-29-6-74-83>.

Для цитирования: Меликян А.В. Подготовка IT-специалистов в российских вузах: статистический анализ. Вопросы статистики. 2022;29(6):74–83.

Training of IT-Specialists in Russian Universities: Statistical Analysis

Alisa V. Melikyan

National Research University Higher School of Economics (HSE University), Moscow, Russia

The article presents the results of a statistical analysis of trends in the change in the number of students studying in IT specialties in Russian higher educational institutions, and also, based on the econometric methods of data analysis, characterizes universities with a high number and a significant proportion of students studying in information technology programs. The novelty of this study, according to the author, lies in the fact that the calculations are made on the basis of a large sample taking into account changes in its dynamic characteristics (information on the activities of 611 universities and 467 university branches for 2015/2016, 2017/2018 and 2019/2020 academic years was studied).

Statistical analysis showed that in Russia only a few universities specialize in training students for IT field. So, in the 2019/2020 academic year, more than 60% of students studied in IT specialties in nine higher educational institutions alone. At the same time, IT-specialists are trained in half of the universities and in a third of the country's university branches. Over the period from 2015/2016 to 2019/2020 academic year, the number of students enrolled in IT specialties has increased in Russia by 31%.

The regression analysis of the data revealed a positive relationship between the indicators of the number of students in IT specialties in universities (total number, absolute increase in the number and their share in total student body) and the following indicators: share of young professionals in the total number of faculty members; number of partner enterprises; number of technology parks and small businesses in the university; income from research and development and number of publications in Scopus. A negative relationship is observed between the number of students in IT specialties and the share of persons with academic degrees in the total number of faculty members, as well as between the share of students in IT specialties in the total number of students and the indicators of internationalization of the composition of students and teaching staff.

The proposed approach made it possible, on the basis of a representative sample of Russian higher education institutions, to assess the relationship between the indicators of the number of IT students at the university and the results of its activities in the areas considered, as well as to determine the characteristics of higher education institutions that made a significant contribution to the training of IT specialists.

The results of the study presented in the article may be of interest to the universities that plan to significantly increase the number of students in the coming years and improve the quality of admission of applicants for training in IT specialties.

Keywords: training of IT specialists, information technologies, higher education statistics, statistical methods, regression analysis.

JEL: C10.

doi: <https://doi.org/10.34023/2313-6383-2022-29-6-74-83>.

For citation: Melikyan A.V. Training of IT-Specialists in Russian Universities: Statistical Analysis. *Voprosy Statistiki*. 2022;29(6):74–83. (In Russ.)

Введение

Цифровая трансформация — одно из приоритетных направлений развития России до 2030 г. Для ее реализации необходимо сформировать кадровый потенциал из числа высококвалифицированных специалистов в области информационных технологий¹. На начало 2020 г. доля IT-специалистов в общей численности экономически активного населения России составила 2,4%, а без учета г. Москвы — 1,5%. Аналогичный показатель по европейским странам в среднем составляет 3,9%². По данным компании HeadHunter, общее число вакансий в профессиональной области «Информационные технологии, интернет, телеком» в России за 2021 г. увеличилось на 85%³, что свидетельствует о необходимости расширения масштабов подготовки квалифицированных кадров в сфере информационных технологий.

По данным ОЭСР, в России в 2019 г. обучающиеся по направлению «Информационные и коммуникационные технологии» составили 7% от всех поступивших на программы высшего образования. По этому показателю Россия занимала восьмое место в мире, уступая Эстонии (10%), Ирландии и Финляндии (9%), Австралии, Венгрии, Латвии и Люксембургу (8%) [1]. Численность студентов IT-специальностей и их процент в общем составе

студентов в России в последние годы стабильно растут⁴. В федеральном проекте «Кадры для цифровой экономики» к 2024 г. запланировано финансирование не менее 120 тыс. бюджетных мест по программам высшего образования в сфере информационных технологий и по математическим специальностям; в 2020 г. этот показатель составил 60 тыс. мест⁵. Перед российской системой высшего образования стоит амбициозная задача — в короткие сроки создать условия для подготовки значительного числа IT-специалистов высокого уровня, обеспечивающего актуальные запросы науки, бизнеса и общества.

Современные исследования посвящены различным вопросам, связанным с подготовкой IT-специалистов: особенностям обучения студентов [2 и 3], в том числе для промышленных отраслей [4]; характеристикам профессорско-преподавательского состава IT-факультетов [5]; факторам, определяющим академическую успеваемость студентов IT-специальностей [6]. В работе китайских исследователей [7] представлены данные об истории IT-образования в Китае, его развитии, принципах формирования образовательных программ; приведены статистические данные об изменении численности студентов в разные временные периоды и их распределении по специализациям.

¹ Распоряжение Правительства Российской Федерации от 01.11.2013 № 2036-р «Об утверждении Стратегии развития отрасли информационных технологий в Российской Федерации на 2014–2020 годы и на перспективу до 2025 года». URL: <http://government.ru/docs/8024/> (дата обращения: 28.09.2021).

² Ассоциация предприятий компьютерных и информационных технологий. ИТ-кадры для цифровой экономики в России: Оценка численности ИТ-специалистов в России и прогноз потребности в них до 2024 г. М., 2020. URL: https://apkit.ru/files/it-personnel%20research_2024_APKIT.pdf (дата обращения: 28.09.2021).

³ По данным сайта HeadHunter. URL: <https://stats.hh.ru/> (дата обращения: 31.08.2021).

⁴ Бондаренко Н.В., Гохберг Л.М., Зорина О.А. и др. Индикаторы образования: 2022: стат. сб. М.: НИУ ВШЭ, 2022. 532 с.

⁵ Паспорт федерального проекта «Кадры для цифровой экономики». URL: <https://digital.gov.ru/uploaded/files/pasport-federalnogo-proekta-kadryi-dlya-tsifrovoj-ekonomiki.pdf> (дата обращения: 28.08.2021).

Немало современных исследований в области высшего образования посвящены выявлению внутренних факторов, влияющих на результативность деятельности вузов по разным направлениям, на основе количественных методов анализа данных [8–10]. Однако работы, основанные на статистическом и эконометрическом анализе данных, для характеристики текущего состояния и развития сегмента рынка высшего образования в области подготовки ИТ-специалистов, выявления внутренних факторов, взаимосвязанных с численностью и долей ИТ-студентов в вузах, на сегодняшний день практически отсутствуют. Исследования этой тематики, несомненно, актуальны в свете необходимости решения задачи увеличения численности ИТ-студентов в России. Их результаты могут стать основой для разработки дорожной карты и организационных механизмов достижения поставленной цели.

В статье представлены результаты статистической оценки численности студентов ИТ-специальностей в российских вузах и ее динамики за последнее время (2015/2016, 2017/2018 и 2019/2020 учебные годы). На основе эконометрического анализа определены характеристики высших учебных заведений с большой численностью и долей студентов, проходящих обучение по программам в области информационных технологий. Для выявления взаимосвязей между показателями численности студентов ИТ-специальностей и факторами результативности ряда направлений деятельности вузов построены регрессионные модели.

Методология исследования

Статистический анализ численности приведенного контингента студентов (далее — ПКС), обучавшихся по ИТ-специальностям в российских вузах в 2015/2016, 2017/2018 и 2019/2020 учебных годах, позволил количественно охарактеризовать текущее состояние системы высшего образования в России по этому направлению. Источниками

данных послужили результаты Мониторинга деятельности организаций высшего образования (далее — Мониторинг)⁶. В выборку вошли 611 вузов (86% от всех вузов страны) и 467 филиалов (85% от всех филиалов)⁷. Это организации высшего образования, данные о результатах деятельности которых приведены в Мониторинге за рассматриваемые годы⁸. Проанализирована вовлеченность вузов и филиалов в реализацию образовательных программ по информационным технологиям; определены вузы, специализирующиеся в этой области, а также вузы, осуществляющие подготовку значительного числа ИТ-специалистов в России. Рассмотрены численность и доля ПКС, его распределение по укрупненным группам ИТ-специальностей и по округам Российской Федерации. Проведено сравнение значений рассмотренных показателей за 2015/2016, 2017/2018 и 2019/2020 учебные годы. Проанализирован абсолютный и относительный прирост численности студентов ИТ-специальностей в российских вузах. Для выявления внутренних факторов результативности деятельности высших учебных заведений, взаимосвязанных с показателями численности студентов ИТ-специальностей, построены три регрессионные модели с разными зависимыми переменными и одинаковым набором независимых переменных.

Статистический анализ численности студентов ИТ-специальностей в российских вузах

Показатели Мониторинга эффективности деятельности организаций высшего образования содержат данные о ежегодной численности ПКС⁹ по укрупненным группам специальностей (далее — УГС). В настоящем исследовании рассматриваются ИТ-специальности, относящиеся к следующим четырем УГС: 02.00.00 «Компьютерные и информационные науки», 09.00.00 «Информатика и вычислительная техника», 10.00.00 «Информаци-

⁶ Приказ Минобрнауки России от 17.03.2014 № 190 «О проведении мониторинга эффективности образовательных организаций высшего образования»; Информационно-аналитические материалы по результатам анализа показателей эффективности образовательных организаций высшего образования. URL: <http://miccedu.ru/monitoring/> (дата обращения: 06.08.2021).

⁷ Процент рассчитан на основе численности организаций, осуществляющих образовательную деятельность по программам бакалавриата, специалитета и магистратуры в 2020/2021 учебном году.

⁸ О порядке формирования данных см. «Методические указания по заполнению формы «Мониторинг по основным направлениям деятельности образовательной организации высшего образования за 2018 г. (форма № 1-Мониторинг)». URL: https://monitoring.miccedu.ru/iam/2019/_vro/docs/Методические%20указания%201-Мониторинг%202019.pdf (дата обращения: 30.09.2022).

⁹ Приведенный контингент студентов рассчитывается как сумма, равная численности студентов очной формы обучения, численности студентов очно-заочной формы обучения, умноженной на коэффициент 0,25, и численности студентов заочной формы обучения, умноженной на коэффициент 0,1.

онная безопасность» и 11.00.00 «Электроника, радиотехника и системы связи»¹⁰. На основе данных Мониторинга проведен анализ численности

ПКС, обучающихся по ИТ-специальностям в вузах и филиалах выборки, за 2015/2016, 2017/2018 и 2019/2020 учебные годы (см. таблицу 1).

Таблица 1

Распределение вузов и филиалов выборки в зависимости от численности приведенного контингента студентов, обучающихся по ИТ-специальностям

Численность ПКС, единиц	2015/2016 уч. г.		2017/2018 уч. г.		2019/2020 уч. г.	
	Число вузов	Число филиалов	Число вузов	Число филиалов	Число вузов	Число филиалов
0	272	301	284	311	280	314
От 0,01 до 100,00	114	140	94	124	78	118
От 100,01 до 500,00	125	23	124	29	126	31
От 500,01 до 1000,00	51	3	51	3	59	4
От 1000,01 до 2000,00	27	0	31	0	37	0
От 2000,01 до 3000,00	12	0	16	0	11	0
От 3000,01 до 4000,00	8	0	5	0	12	0
Больше 4000,00	2	0	6	0	8	0
<i>Всего</i>	<i>611</i>	<i>467</i>	<i>611</i>	<i>467</i>	<i>611</i>	<i>467</i>

Источник: здесь и в остальных таблицах – расчеты автора по данным Мониторинга.

В 2019/2020 учебном году 54% вузов и 33% филиалов¹¹ проводили обучение студентов хотя бы по одной из рассматриваемых УГС. Из них в 24% вузов и 77% филиалов по ИТ-специальностям обучалось менее 100 студентов (приведенного контингента). Лишь в 68 вузах численность ПКС составляла более 1000; в каждом из филиалов насчитывалось менее 1000 студентов (приведенного контингента). В целом вклад филиалов в подготовку ИТ-специалистов незначительный: в них обучалось 5,3% от общего ПКС. Таким образом, в подготовку специалистов по информационным технологиям вовлечено немало российских вузов и филиалов, но лишь небольшая часть из них

вносит действительно значимый вклад в решение поставленной задачи. В период с 2015/2016 по 2019/2020 учебный год в России имела место положительная тенденция роста численности ПКС ИТ-специальностей.

Обучение студентов в области информационных технологий осуществляют как специализированные технические вузы, так и образовательные организации высшего образования широкого профиля. В таблице 2 приведены данные о доле студентов (приведенного контингента) ИТ-специальностей в общей численности ПКС в российских вузах за исследуемый период.

Таблица 2

Распределение вузов и филиалов выборки в зависимости от доли студентов (приведенного контингента), обучающихся по ИТ-специальностям, в общей численности ПКС

Доля ПКС ИТ-специальностей, в процентах	2015/2016 уч. г.		2017/2018 уч. г.		2019/2020 уч. г.	
	Число вузов	Число филиалов	Число вузов	Число филиалов	Число вузов	Число филиалов
От 0,01 до 10,00	250	85	227	70	201	51
От 10,01 до 20,00	57	39	65	41	84	43
От 20,01 до 40,00	22	29	24	31	32	35
От 40,01 до 60,00	5	6	4	6	5	13
От 60,01 до 80,00	3	2	4	1	6	2
От 80,01 до 100,00	2	5	3	7	3	9
<i>Всего</i>	<i>339</i>	<i>166</i>	<i>327</i>	<i>156</i>	<i>331</i>	<i>153</i>

Примечание. Таблица составлена по данным вузов и филиалов выборки с ненулевыми показателями численности ПКС, обучающихся по ИТ-специальностям.

¹⁰ Специальность 01.03.02 «Прикладная математика и информатика» также относится к ИТ-специальностям, но в работе не рассматривается, поскольку статистический анализ данных проводится в целом по УГС, без разделения на отдельные специальности.

¹¹ Процент рассчитан по данным выборки исследования.

В 2019/2020 учебном году учащиеся IT-специальностей составили более 80% от численности ПКС только в трех вузах: Сибирском государственном университете телекоммуникаций и информатики (92,2%), Московском техническом университете связи и информатики (89,2) и Поволжском государственном университете телекоммуникаций и информатики (83,9%). Еще в девяти вузах и 11 филиалах численность студентов IT-специальностей превышала 60% от обще-

го числа учащихся (приведенного контингента). Таким образом, можно утверждать, что только единичные вузы в России специализируются на подготовке студентов в области информационных технологий. При этом за рассмотренный период число таких вузов выросло. В таблице 3 приведены данные по федеральным округам Российской Федерации о численности ПКС, обучающихся по IT-специальностям.

Таблица 3

Численность приведенного контингента студентов, обучающихся по IT-специальностям в вузах и филиалах выборки, по федеральным округам Российской Федерации

Федеральный округ	2015/2016 уч. г.	2017/2018 уч. г.	2019/2020 уч. г.
Центральный	61 964,6	70 304,2	85 927,8
Приволжский	38 626,5	41 274,3	47 459,8
Сибирский	26 753,0	29 753,8	33 685,5
Северо-Западный	26 149,7	29 357,3	35 144,6
Южный	15 680,7	17 414,9	20 171,7
Уральский	11 208,0	12 426,1	15 289,7
Дальневосточный	6 582,1	6 545,0	7 640,9
Северо-Кавказский	5 845,8	5 845,8	7 009,3
<i>В целом по Российской Федерации</i>	<i>192 810,4</i>	<i>212 921,4</i>	<i>252 329,3</i>

Подготовка IT-специалистов проводилась в вузах всех восьми округов Российской Федерации. На долю Центрального федерального округа в 2019/2020 учебном году приходилось 34,1% ПКС, обучающихся по IT-специальностям (в том числе на г. Москву – 22%). Второе место занимал Приволжский федеральный округ – 18,8%; третье место – Северо-Западный федеральный округ (13,9%; доля г. Санкт-Пе-

тербурга составляла 12% ПКС). Самый низкий показатель – у Северо-Кавказского федерального округа (2,8% ПКС). За период с 2015/2016 по 2019/2020 учебный год численность ПКС выросла во всех федеральных округах, но процентное соотношение между округами кардинально не изменилось. В таблице 4 приведены данные о численности ПКС по каждой укрупненной группе специальностей.

Таблица 4

Численность приведенного контингента студентов по укрупненным группам IT-специальностей

Укрупненная группа специальностей	2015/2016 уч. г.	2017/2018 уч. г.	2019/2020 уч. г.
02.00.00 «Компьютерные и информационные науки»	15 752,0	17 100,8	19 160,5
09.00.00 «Информатика и вычислительная техника»	105 569,4	118 226,6	147 342,9
10.00.00 «Информационная безопасность»	24 430,7	28 778,0	35 724,5
11.00.00 «Электроника, радиотехника и системы связи»	47 058,3	48 816,0	50 101,4
<i>Всего</i>	<i>192 810,4</i>	<i>212 921,4</i>	<i>252 329,3</i>

В 2019/2020 учебном году более половины студентов IT-специальностей получали высшее образование по программам УГС «Информатика и вычислительная техника». Обучение по этой укрупненной группе проводилось в 97% вузов и 95% филиалов, реализующих образовательные программы в сфере информационных технологий. Самая низкая численность ПКС – в УГС «Компьютерные и информационные науки»: только

27% вузов и 5% филиалов, ведущих подготовку студентов по IT-специальностям, проводили обучение по этой УГС. В 46 вузах выборки были реализованы все четыре УГС. За период с 2015/2016 по 2019/2020 учебный год численность ПКС выросла по всем УГС.

Далее рассмотрим данные об абсолютном и относительном приросте численности ПКС в вузах за период с 2015/2016 по 2019/2020 учебный год.

Анализируемая подвыборка ограничена 68 вузами, в которых в 2019/2020 учебном году по ИТ-специальностям обучалось более 1000 студентов (приведенного контингента)¹² (см. таблицу 5).

Таблица 5

Распределение вузов подвыборки в зависимости от абсолютного прироста численности приведенного контингента студентов, обучающихся по ИТ-специальностям

Абсолютный прирост, единиц	Число вузов с соответствующей величиной абсолютного прироста за период с 2015/2016 по 2017/2018 уч. г.	Число вузов с соответствующей величиной абсолютного прироста за период с 2017/2018 по 2019/2020 уч. г.
Отрицательный	5	2
Менее 100,01	15	11
От 100,01 до 500,00	43	44
От 500,01 до 1000,00	4	9
Более 1000,00	1	2

За период с 2017/2018 по 2019/2020 учебный год в двух из 68 рассмотренных вузов численность ПКС выросла более чем на 1000. Максимальный абсолютный прирост ПКС наблюдался в МИРЭА – Российском технологическом университете (3055). Более чем в половине вузов подвыборки абсолютный прирост ПКС составил 100–500. В двух вузах зафиксированы отрицатель-

ные изменения (в одном вузе численность ПКС сократилась на 37, во втором – на 219). Сравнение абсолютного прироста за два временных периода показало, что с годами масштабы роста численности ПКС увеличились. В таблице 6 приведено процентное изменение¹³ численности ПКС в вузах подвыборки.

Таблица 6

Распределение вузов подвыборки в зависимости от относительного прироста численности приведенного контингента студентов, обучающихся по ИТ-специальностям

Относительный прирост, в процентах	Число вузов с соответствующей величиной относительного прироста за период с 2015/2016 по 2017/2018 уч. г.	Число вузов с соответствующей величиной относительного прироста за период с 2017/2018 по 2019/2020 уч. г.
Отрицательный	2	5
От 0,1 до 9,9	17	24
От 10,0 до 25,0	37	36
От 25,1 до 50,0	9	2
От 50,1 до 80,0	3	1

За период с 2017/2018 по 2019/2020 учебный год более чем в половине вузов подвыборки относительный прирост ПКС ИТ-специальностей составил 10–25%; в трех вузах – от 50,1 до 80%. Максимальный прирост был отмечен в Санкт-Петербургском государственном университете промышленных технологий и дизайна – 78,3%.

Статистический анализ показал, что около половины вузов и треть филиалов выборки участвуют в подготовке ИТ-специалистов. Вклад филиалов незначителен, а в вузах численность и доля студентов, обучающихся по ИТ-специальностям, сильно различаются. Около 20% вузов, вовлеченных в подготовку ИТ-специалистов, обучают более

1000 студентов (приведенного контингента) в год. В большинстве же вузов численность студентов, обучающихся по этому направлению, незначительна. На подготовке студентов в области информационных технологий специализируются единичные вузы. Анализ изменений значений статистических показателей за период с 2015/2016 по 2019/2020 учебный год выявил общий прирост численности ПКС по ИТ-специальностям на 31%. Факт вовлеченности более чем половины вузов страны в подготовку ИТ-специалистов может рассматриваться как основа для дальнейшего увеличения численности студентов этого направления обучения.

¹² Включение в анализируемую подвыборку филиалов и вузов с низким числом ПКС по ИТ-специальностям нецелесообразно при подсчете показателей прироста.

¹³ Прирост в процентах рассчитан по формуле: отношение изменения за период с 2017/2018 по 2019/2020 уч. г. к значению в 2017/2018 уч. г., умноженное на 100%.

Регрессионный анализ данных

Для выявления внутренних факторов деятельности российских вузов, взаимосвязанных с численностью студентов ИТ-специальностей и ее изменением за период с 2017/2018 по 2019/2020 учебный год, были построены три регрессионные модели. Расчеты проведены на основе данных головных вузов выборки (без филиалов). В моделях использованы следующие зависимые переменные:

- численность ПКС, обучающихся по ИТ-специальностям в 2019/2020 учебном году;
- доля ПКС, обучающихся по ИТ-специальностям, в общей численности ПКС в 2019/2020 учебном году;

– абсолютный прирост численности ПКС, обучающихся по ИТ-специальностям, за период с 2017/2018 по 2019/2020 учебный год.

Во всех моделях использовался одинаковый набор независимых переменных, характеризующих профессорско-преподавательский состав, результаты интеллектуальной деятельности, интернационализацию состава студентов и преподавателей, инфраструктуру, сотрудничество с предприятиями и предпринимательскую активность¹⁴.

В таблице 7 приведены коэффициенты по регрессионным моделям, указана их статистическая значимость.

Таблица 7

Результаты регрессионного анализа данных (модели 1–3)

Независимые переменные \ Зависимые переменные	Модель 1 Численность ПКС ИТ-специальностей в 2019/2020 уч. г.	Модель 2 Доля ПКС ИТ-специальностей в общей численности ПКС в 2019/2020 уч. г.	Модель 3 Абсолютный прирост численности ПКС ИТ-специальностей за период с 2017/2018 по 2019/2020 уч. г.
Константа	262,8	3,6	37,2
Коэффициенты регрессии при переменных и их статистическая значимость			
1. Удельный вес численности научно-педагогических работников (НПР) без ученой степени – до 30 лет, кандидатов наук – до 35 лет, докторов наук – до 40 лет в общей численности НПР	23,3***	0,3***	4,1***
2. Доля работников из числа профессорско-преподавательского состава (ППС), имеющих ученые степени, в общей численности ППС	-4,0**	-0,007	-0,6
3. Доля штатных работников из числа ППС в общей численности ППС	-1,2	-0,005	-0,4
4. Количество лицензионных соглашений	-0,2	-0,007	-0,05
5. Доходы от НИОКР в расчете на одного НПР	0,2**	0,002**	0,04***
6. Число публикаций в Scopus в расчете на 100 НПР	3,4***	0,04***	0,6***
7. Удельный вес численности иностранных граждан в общей численности НПР	3,3	-0,5*	1,1
8. Доля иностранных студентов в общей численности студентов	-4,5	-0,1**	-0,5
9. Количество персональных компьютеров в расчете на одного студента (приведенного контингента)	-5,0	-0,2	-1,8
10. Удельный вес стоимости машин и оборудования (не старше 5 лет) в общей стоимости машин и оборудования	-1,4	-0,03	0,1
11. Число предприятий, являющихся базами практики, с которыми оформлены договорные отношения	0,2***	-0,0007	0,02*
12. Количество бизнес-инкубаторов	66,7	1,2	-2,7
13. Количество технопарков	383,2***	3,9***	49,4***
14. Количество малых предприятий	17,4***	0,1***	2,8***
Критерии качества модели			
R ² (коэффициент детерминации)	0,318	0,173	0,220
F-статистика (статистическая значимость модели регрессии)	20,92 (0,000)	9,41 (0,000)	12,7 (0,000)

Примечание. Курсивом выделены статистически значимые коэффициенты регрессии. Уровень значимости: *** 1%; ** 5%; * 10%.

¹⁴ Проблема мультиколлинеарности отсутствует, между независимыми переменными не наблюдается высоких корреляций. Независимые переменные содержат значения за 2019/2020 учебный год.

Рассчитанные регрессионные модели являются статистически значимыми. Целью их построения была оценка взаимосвязей между индикаторами численности студентов ИТ-специальностей и внутренними характеристиками деятельности вузов. С учетом поставленных задач полученные значения коэффициентов детерминации (R^2) являются приемлемыми. Расчеты позволяют сделать ряд содержательных выводов.

Вузы с большей численностью и долей ИТ-студентов, а также относительно высоким приростом их численности имеют более молодой состав преподавателей. Современные ИТ-технологии меняются очень быстро, преподавателям приходится регулярно обновлять программы дисциплин и осваивать новые технологические решения. Нередко для проведения семинаров и/или технической поддержки организации занятий привлекаются аспиранты и молодые преподаватели, недавно получившие дипломы о высшем образовании.

Наблюдается отрицательная взаимосвязь между численностью студентов ИТ-специальностей и долей работников из числа ППС с учеными степенями в общей численности ППС. Для современного ИТ-специалиста чрезвычайно важно обладать практическими навыками работы с новыми технологиями. Для развития этих навыков нередко занятия по ИТ-дисциплинам проводят преподаватели-практики, работающие в компаниях. Эти специалисты не столь активно вовлечены в академическую деятельность, они прежде всего нацелены на развитие у студентов навыков работы в реальных проектах, реализуемых в современных компаниях. Для таких экспертов наличие ученой степени не является ключевым индикатором уровня их квалификации.

Показатели численности ИТ-студентов в вузах положительно взаимосвязаны с доходами от НИОКР в расчете на одного НПР, а также с числом публикаций в Scopus. Но регрессионные коэффициенты при этих переменных невысокие. Следовательно, можно заключить, что вузы, ведущие подготовку ИТ-специалистов, имеют определенные достижения в области выполнения научных исследований и опытно-конструкторских работ, но нельзя утверждать, что их результаты значительно превышают показатели высших учебных заведений других специализаций.

По показателям международной деятельности выявлена отрицательная взаимосвязь между долей ИТ-студентов в общей численности студентов вузов и интернационализацией состава студентов и преподавателей. ИТ-специальности в России пользуются спросом у иностранных абитуриентов, но не относятся к самым востребованным направлениям обучения¹⁵.

Наблюдается положительная взаимосвязь между численностью, абсолютным приростом численности студентов ИТ-специальностей и количеством предприятий, являющихся базами практики, с которыми оформлены договорные отношения. Многие программы высшего образования по информационным технологиям предусматривают организацию стажировок студентов в компаниях-партнерах. Сотрудничество с компаниями является одним из ключевых направлений развития ИТ-факультетов ведущих российских вузов. Создаются попечительские советы с участием представителей ИТ-компаний для обсуждения учебных планов, практик студентов, возможностей участия сотрудников компаний в образовательном процессе [11].

Количество технопарков и малых предприятий положительно взаимосвязано со всеми рассмотренными зависимыми переменными. В особенности деятельность технопарков напрямую соотносится с современными ИТ-технологиями. Хотя подобные организационные формы функционируют и в вузах гуманитарной направленности, но зачастую их число меньше, чем в технических высших учебных заведениях.

Не выявлены взаимосвязи между показателями численности ИТ-студентов и доли штатных преподавателей, числом заключенных лицензионных соглашений, количеством персональных компьютеров в расчете на одного студента, удельным весом стоимости машин и оборудования не старше 5 лет в общей стоимости машин и оборудования и количеством бизнес-инкубаторов.

Выводы

Проведенный количественный анализ данных позволил охарактеризовать состояние российского рынка высшего образования в области подготовки ИТ-специалистов. С одной стороны,

¹⁵ Экспорт российских образовательных услуг: ст. сб. Вып. 9 / Министерство науки и высшего образования Российской Федерации. М.: Центр социологических исследований, 2019. 536 с.

значительное число российских вузов и филиалов вовлечены в обучение студентов по программам подготовки ИТ-специалистов. В то же время достаточно много образовательных организаций высшего образования, в которых обучается лишь несколько десятков таких студентов, составляя незначительную долю от всех учащихся. Во многих из этих образовательных организаций нет ИТ-факультетов, научных и образовательных подразделений, специализирующихся в области информационных технологий. В связи с этим их способность осуществить на должном уровне комплексную подготовку специалистов по информационным технологиям требует отдельной оценки.

Статистические данные свидетельствуют о росте сегмента подготовки ИТ-специалистов на российском рынке высшего образования. Однако только в трех вузах за два года относительный прирост численности ПКС по ИТ-специальностям превысил 50%. Если в ближайшие годы такие тенденции сохранятся, то достижимость двукратного увеличения численности учащихся этого направления обучения к 2024 г. будет маловероятной.

Регрессионный анализ данных показал, что существует положительная взаимосвязь между численностью студентов ИТ-специальностей, их долей в общей численности студентов вуза, изменением их численности за последние два года, а также следующими факторами: долей молодых специалистов в общей численности ППС, количеством предприятий-партнеров, технопарков и малых предприятий в вузе, доходами от НИОКР, числом публикаций в Scopus. Отрицательная взаимосвязь наблюдается между численностью студентов ИТ-специальностей и долей работников из числа ППС с учеными степенями, а также между долей студентов ИТ-специальностей в общем составе студентов и показателями интернационализации состава студентов и преподавателей. Некоторые из выявленных закономерностей были неочевидны, но поддаются логическому объяснению исходя из специфики подготовки ИТ-специалистов. Они дополнительно подтвердили, что для широко-масштабной подготовки специалистов в области информационных технологий вузам требуются определенные ресурсы и организационные решения, часть из которых отличается от тех, которые подходят высшим учебным заведениям других специализаций.

Приведенные в статье результаты исследования — это одна из первых попыток количественного анализа рынка высшего ИТ-образования в России. Материалы статьи могут представлять интерес для вузов и их отдельных подразделений, реализующих задачи развития ИТ-образования. Также они могут быть использованы исследователями и аналитиками в области высшего образования, поскольку в работе представлены количественные данные о деятельности большинства российских вузов. Дальнейшие исследования в этой области могут быть направлены на расширение числа анализируемых показателей, изучение данных за более длительный период времени, а также сопоставление планируемых и достигнутых результатов деятельности вузов в области подготовки ИТ-специалистов.

Литература

1. OECD. Education at a Glance 2021: OECD Indicators. Paris: OECD Publ., 2021. doi: <https://doi.org/10.1787/b35a14e5-en>.
2. **Артюхин В.В., Семёнов И.А.** Обучение программистов: подход на основе парадигмы специалиста // Прикладная информатика. 2012. №1(37). С. 57–66.
3. **Лукин В.Н.** Подготовка качественных программистов: проблемы обучения // Моделирование и анализ данных. 2017. № 1. С. 29–41.
4. **Кудж С.А., Назаренко М.А.** Подготовка специалистов по информационным технологиям для нефтяной промышленности // Высшее образование в России. 2015. № 10. С. 160–164.
5. **Lunt B., Paterson B.** An Academic Profile of IT Faculty in the USA // Proceedings of the 15th Annual Conference on Information Technology Education. October 2014. P. 163–166. doi: <https://doi.org/10.1145/2656450.2656455>.
6. **Zhang A., Aasheim C.L.** Academic Success Factors: An IT Student Perspective // Journal of Information Technology Education: Research. 2011. Vol. 10. No. 1. P. 309–331. doi: <https://doi.org/10.28945/1518>.
7. **Li B. et al.** Chinese Perspectives on IT Education // Proc. of ACM Turing Celebration Conference. May 2018. P. 39–46. doi: <https://doi.org/10.1145/3210713.3210726>.
8. **Земцов С.П., Еремкин В.А., Барина В.А.** Факторы востребованности ведущих вузов России. Обзор литературы и эконометрический анализ // Вопросы образования. 2015. № 4. С. 201–233. doi: <https://doi.org/10.17323/1814-9545-2015-4-201-233>.
9. **Меликян А.В.** Внутренние факторы результативности экспорта образования в российских вузах // Вопросы образования. 2018. № 3. С. 146–179. doi: <https://doi.org/10.17323/1814-9545-2018-3-146-179>.
10. **Mazzarol T.W.** Critical Success Factors for International Education Marketing // International Journal of Educational Management. 1998. Vol. 12. Iss. 4. P. 163–175. doi: <https://doi.org/10.1108/09513549810220623>.

11. **Иванов А.Г., Авджян Г.Д., Нистоцкая М.С.** Мировой опыт функционирования наблюдательных и попечительских советов университетов // Университетское управление: практика и анализ. 2002. № 2. С. 88–92.

Информация об авторе

Меликян Алиса Валерьевна — канд. наук НИУ ВШЭ об образовании, доцент департамента программной инженерии, факультет компьютерных наук, Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики». 109028, г. Москва, Покровский б-р, д. 11, каб. S934. E-mail: amelikyan@hse.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0141-5980>.

References

1. OECD. *Education at a Glance 2021: OECD Indicators*. Paris: OECD Publ.; 2021. Available from: <https://doi.org/10.1787/b35a14e5-en>.
2. **Artyukhin V.V., Semenov I.A.** Programmer Education: A Specialist Paradigm Approach. *Applied Informatics*. 2012;1(37):57–66. (In Russ.)
3. **Lukin V.N.** Training of High-Quality Programmers: Learning Problems. *Modeling and Data Analysis*. 2017;(1):29–41. (In Russ.)
4. **Kudzh S.A., Nazarenko M.A.** Training of Information Technology Specialists for the Oil and Gas Industry. *Higher Education in Russia*. 2015;(10):160–164. (In Russ.)
5. **Lunt B., Paterson B.** An Academic Profile of IT Faculty in the USA. *Proc. of the 15th Annual Conf. on Information Technology Education*. October 2014. P. 163–166. Available from: <https://doi.org/10.1145/2656450.2656455>.
6. **Zhang A., Aasheim C.L.** Academic Success Factors: An IT Student Perspective. *Journal of Information Technology Education: Research*. 2011;10(1):309–331. Available from: <https://doi.org/10.28945/1518>.
7. **Li B.** et al. Chinese Perspectives on IT Education. *Proc. of ACM Turing Celebration Conference*. May 2018. P. 39–46. Available from: <https://doi.org/10.1145/3210713.3210726>.
8. **Zemtsov S.P., Eremkin V.A., Barinova V.A.** Factors of Attractiveness of the Leading Russian Universities Overview of Literature and Econometric Analysis of the Leading Universities. *Educational Studies*. 2015;(4):201–233. (In Russ.) Available from: <https://doi.org/10.17323/1814-9545-2015-4-201-233>.
9. **Melikyan A.V.** Internal Factors of Education Export Performance in Russian Universities. *Educational Studies*. 2018;(3):146–179. (In Russ.) Available from: <https://doi.org/10.17323/1814-9545-2018-3-146-179>.
10. **Mazzarol T.W.** Critical Success Factors for International Education Marketing. *International Journal of Educational Management*. 1998;12(4):163–175. Available from: <https://doi.org/10.1108/09513549810220623>.
11. **Ivanov A.G., Avdzhyan G.D., Nistotskaya M.S.** World Experience in the Functioning of the Supervisory and Trustee Councils of Universities. *University Management: Practice and Analysis*. 2002;(2):88–92. (In Russ.)

About the author

Alisa V. Melikyan — PhD HSE in Education, School of Software Engineering, Faculty of Computer Science, National Research University Higher School of Economics (HSE University). 11, Pokrovsky Boulevard, Room S934, Moscow, 109028, Russia. E-mail: amelikyan@hse.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0141-5980>.

Комплексный взгляд на ситуацию с материнством и детством

Сборник «Семья и дети в России» представили Росстат и Общественная палата Российской Федерации на итоговом в 2022 г. форуме «Сообщество», который прошел 2–3 ноября в г. Москве. Сборник, содержащий информацию за 2021 г., предлагает комплексный взгляд на статистическое описание ситуации в области семьи, материнства и детства. В нем представлены все аспекты, от демографических и социально-экономических до миграционных и социокультурных. Дана информация как по стране в целом, так и по отдельным регионам.

Выпуск сборника «Семья и дети в России» является частью программы мероприятий, связанных с проведением Десятилетия детства в Российской Федерации. В 2020 г. Росстат и Общественная палата Российской Федерации переработали формат и дизайн сборника, сделав акцент на активном использовании инфографики и других форматов визуализации данных.

Как отметил заместитель руководителя Росстата Сергей Окладников, информация, представленная в сборнике, — «результат работы многих министерств и ведомств, собирающих статистические данные. Объединенные в одном издании, они ярче и объемнее показывают ситуацию в одной из самых значимых для общества областей жизни». Сергей Окладников уверен, что «опираясь на цифры Росстата и аналитические работы, оценивающие динамику демографических процессов, Правительство, общественные организации и некоммерческий сектор могут принимать стратегически важные решения в социальной сфере, в том числе и по формированию эффективной системы поддержки материнства и детства». «При оформлении сборника мы искали золотую середину между запросами экспертного сообщества и желанием сделать его легче для восприятия и понятнее для всех, кто интересуется темами демографии, материнства и детства», — отметил Сергей Окладников.

Председатель Комиссии Общественной палаты Российской Федерации по демографии, защите семьи, детей и традиционных семейных ценностей Сергей Рыбальченко обратил внимание всех участников встречи на то, что публикация актуальных данных о положении семьи и демографических тенденциях, как в регионах, так и в стране в целом, позволяет делать выводы о результатах реализации национальной стратегии действий в интересах детей. По мнению Сер-

гея Рыбальченко, возможность собрать и совместить данные из различных источников, длинные временные ряды, использовать уникальный массив информации, накопленный Росстатом, и подать все это в легкой визуализированной форме привлечет к сборнику внимание всех интересующихся этой тематикой.

Сборник включает шесть разделов. В первом из них представлены демографические показатели, динамика браков, включая количество браков по возрасту жениха и невесты, а также число женщин репродуктивного возраста с разбивкой по возрастным группам. На 1 января 2022 г. в России численность женщин в возрасте от 15 до 49 лет — чуть менее 34 млн человек.

Важным аспектом, характеризующим ситуацию с заботой о здоровье матери и ребенка, является показатель младенческой смертности. В сборнике представлены данные о динамике этого показателя за последние 10 лет. Сергей Окладников обратил внимание на то, что коэффициент младенческой смертности снизился практически в полтора раза — с 7,5 до 4,6 умерших младенцев на тысячу родившихся. Важно и то, что можно оценить ситуацию в различных регионах, среди городского и сельского населения.

Необходимость аборт является одной из самых дискуссионных тем в нашем обществе. Для того, чтобы все участники диалога имели возможность взглянуть на реальную ситуацию с разных сторон, в сборник включены и актуальные данные, показывающие всю многогранность этой проблемы.

Большое внимание уделено ситуации с детской заболеваемостью и организацией детского лечения. Рассмотрены вопросы, связанные с занятостью и безработицей, прежде всего женщин и матерей, показана динамика доходов семей с детьми, проанализированы различные социальные выплаты и компенсации, структура доходов семей с детьми, а также качество жизни детей с инвалидностью. Важной частью сборника стали цифры, отражающие текущие миграционные процессы. Представлена информация о материальном благополучии семей с детьми, а также о безопасности детей.

Прочитать или скачать PDF-версию сборника «Семья и дети в России» можно здесь: https://rosstat.gov.ru/storage/mediabank/Semia_i_deti_2021.pdf.

VII Научно-практическая конференция аналитиков России «Новое мироустройство. Роль и место России»

19–21 октября 2022 г. в Институте научной информации по общественным наукам Российской академии наук Ассоциация «Аналитика», Евразийский информационно-аналитический консорциум, Институт научной информации по общественным наукам РАН, Институт экономики РАН, Институт экономических стратегий, Институт Африки РАН, Институт демографических исследований ФНИСЦ РАН, Институт стран Азии и Африки МГУ имени М.В. Ломоносова, Российский университет дружбы народов (РУДН), Финансовый университет при Правительстве Российской Федерации при поддержке аппарата Совета Безопасности Российской Федерации, Министерства иностранных дел Российской Федерации, Комитета Государственной Думы по региональной политике и местному самоуправлению, Комитета Совета Федерации по международным делам, Федерального Народного Совета провели VII Научно-практическую конференцию аналитиков России «Новое мироустройство. Роль и место России» (НПКА-2022).

Цели мероприятия — анализ нового складывающегося мироустройства и роли аналитики в решении ключевых политических, экономических, социальных, технологических, военно-стратегических, информационных, международных и иных задач; разработка теоретических и научно-практических оснований формирования замысла модели развития и безопасности России и ее регионов в условиях угроз и вызовов меняющегося мира.

Были определены следующие задачи конференции:

- оценка угроз и рисков существованию и развитию России в новом складывающемся мироустройстве;
- разработка перспективного облика модели мироустройства, отвечающей интересам России;
- аналитика потенциала международного развития и глобальной безопасности, обеспечивающих востребованность роли и места России на мировой арене в составе ведущих центров силы и центров духовного влияния;
- аналитика внутри российских факторов развития и безопасности, в том числе определение приоритетов пространственного развития России;

— выработка предложений по преодолению негативных явлений в российском экспертно-аналитическом сообществе и совершенствованию информационно-аналитической деятельности;

— рассмотрение проблем создания региональных и муниципальных центров управления на основе интеллектуальных сквозных цифровых технологий;

— принятие рекомендаций по укреплению взаимодействия органов государственной власти, органов местного самоуправления и экспертно-аналитического сообщества;

— формирование перечня основных проблем, требующих экспертно-аналитического освещения в интересах России, в том числе на региональном и местном уровнях;

— повышение роли Евразийского информационно-аналитического консорциума в продвижении отвечающих российским интересам интеллектуальных продуктов обеспечения международной безопасности и мирового развития с целью становления мироустройства, отвечающего критериям разумности и гармонии;

— расширение состава участников консорциума за счет привлечения дополнительно российских и зарубежных (Монголия, Вьетнам) аналитических, научных и образовательных центров;

— выдвижение представителя аналитического сообщества в состав Общественной палаты Российской Федерации VIII созыва.

Партнерами конференции выступили: Федеральная служба государственной статистики, РАНХиГС, МГИМО (у) МИД России, Факультет глобальных процессов МГУ имени М.В. Ломоносова, НИИ статистики Росстата, РТУ МИРЭА, Институт Китая и современной Азии РАН, Федеральный Народный Совет, Русское Космическое Общество. В состав участников конференции вошли специалисты из аналитических структур органов государственного управления, образовательных и научных учреждений, интегрированных бизнес-компаний, молодежных интеллектуальных некоммерческих организаций, члены Ассоциации «Аналитика» и Евразийского информационно-аналитического консорциума.

В рамках тематического направления «Интеллектуальные технологии для обеспечения руководства и управления» состоялась анали-

тическая сессия на тему «Конвергенция статистики и аналитики как фактор повышения качества стратегического управления и достижения национальных целей», на которой обсуждались актуальные вопросы и направления развития статистических знаний, стратегические векторы совершенствования ста-

тистического обеспечения процессов цифровизации и статистических методов прогнозной аналитики. На страницах журнала «Вопросы статистики» планируется опубликовать ряд статей, основой для которых стали выступления ученых и специалистов на сессии НПКА-2022.

ПОДПИСКА

Продолжается подписка на журнал «Вопросы статистики» на 1-е полугодие 2023 г., которую можно оформить во всех отделениях почтовой связи ФГУП «Почта России» (подписной индекс ПМ725) и в альтернативных предприятиях России, стран СНГ и Балтии, а также через АНО ИИЦ «Статистика России».

С 2003 г. выпускается электронная версия журнала. Вы можете оформить годовую подписку на электронную версию журнала или заказать отдельные номера, отправив в издательство письмо-заявку.

Контактный телефон: +7 (495) 607 42 52

E-mail: shop@infostat.ru

Сайт: <https://voprstat.elpub.ru>

Адрес издательства: 107450, г. Москва, ул. Мясницкая, д. 39, стр. 1

**ПРЕДМЕТНО-АЛФАВИТНЫЙ УКАЗАТЕЛЬ ОПУБЛИКОВАННЫХ
СТАТЕЙ И МАТЕРИАЛОВ (Т. 29, № 1–6)**

ОРГАНИЗАЦИЯ И РАЗВИТИЕ ГОСУДАРСТВЕННОЙ СТАТИСТИКИ

- ★ Давлетшина Л.А., Карманов М.В. О современных вызовах российской статистике 3
- ★ Лайкам К.Э., Клевакина М.П., Репин И.А. Актуальные вопросы внедрения системы природно-экономического учета..... 4
- ★ Соколин В.Л. Статистика СНГ: 30 лет общей работы 1

ВОПРОСЫ МЕТОДОЛОГИИ

- ★ Глинский В.В., Исмаиловой Ю.Н., Хрущев С.Е., Серга Л.К. Типология данных с использованием технологий разделения смесей вероятностных распределений..... 6
- ★ Иванов Ю.Н. К вопросу о проблемах и методах международных сопоставлений ВВП..... 2
- ★ Иванов Ю.Н., Хоменко Т.А. К вопросу об ограничениях аксиоматической и экономической теорий индексов цен 6
- ★ Калинин А.М., Волин И.А. Информационные источники для расчета индекса потребительских цен: большие данные сети Интернет и систем ФНС России 1
- ★ Ляпина А.А. Учет продуктов интеллектуальной собственности в условиях глобализации 1
- ★ Назарова А.Г. Агрегированные трансфертные счета в региональном макроанализе..... 5
- ★ Уманец Л.В. Направления статистического изучения внедрения передовых производственных технологий в России 6

МАТЕМАТИКО-СТАТИСТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ В АНАЛИЗЕ И ПРОГНОЗИРОВАНИИ

- ★ Айюбова Н.С. Об измерении коинтеграционных соотношений между показателями временных рядов текущего счета платежного баланса и ВВП (на примере Азербайджанской Республики)..... 5
- ★ Арженковский С.В., Орлова Ю.А., Семерикова Е.В., Сидорова Е.Е. Факторы и индикаторы теневой экономики России: эмпирический анализ региональных данных 5
- ★ Горбунов В.К., Львов А.Г. Анализ потребительского спроса в России: двухэтапное построение аналитических индексов 4
- ★ Гореева Н.М., Демидова Л.Н., Садовникова Н.А. Статистико-социологическое исследование институциональной трансформации российского бизнеса (на примере г. Москвы и Московской области)..... 2
- ★ Гуров И.Н. Инфляция в России: различия между официальными данными и оценками населения..... 3
- ★ Дорохов Е.В. Совершенствование системы статистических показателей оценки состояния и перспектив развития фондового рынка 1
- ★ Куранов Г.О., Стрижкова Л.А., Тишина Л.И., Куранов А.Г. Факторы экономического роста в 2011–2021 годах и их отражение в макроэкономических моделях 3
- ★ Кучмаева О.В., Калмыкова Н.М., Колотуша А.В. Подходы к оценке региональной дифференциации смертности от коронавируса..... 4
- ★ Лола И.С., Бакеев М.Б. Связь между Индустрией 4.0 и устойчивым производством: анализ результатов обследования предприятий обрабатывающей промышленности..... 6
- ★ Моторин В.И., Кенчадзе Д.Д., Алексеев К.А. Модели комплексирования квартальных данных на основе структурных характеристик эталонной матрицы 3

★ Мхитарян В.С., Попова Г.Л. Статистический анализ дифференциации развития территорий на основе оценки эффективности реализованного налогового потенциала (на примере муниципальных образований Тамбовской области)	2
★ Поляков К.Л., Полякова М.В., Загонова Е.А. Некоторые вопросы методологического обеспечения управления стоимостью банков на российском рынке финансовых услуг	4
★ Сошникова Л.А., Кишкович А.В. Оценка регионального рынка труда с учетом территориального эффекта (на примере Республики Беларусь)	2

СТАТИСТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ

★ Архипова М.Ю., Червякова А.А. Роль малых предприятий обрабатывающей промышленности в инновационном развитии реального сектора экономики: экономико-статистическое исследование	3
★ Бирюкова А.И. Статистический анализ изменений в потреблении табачной продукции в условиях пандемии COVID-19	5
★ Варшавская Е.Я., Подвербных У.С. Рынки труда субъектов Российской Федерации в коронакризис: особенности региональной адаптации	5
★ Китрар Л.А., Липкинд Т.М., Устинова Р.А. Экспериментальные композитные индикаторы циклического реагирования в обследованиях потребительских ожиданий населения	4
★ Лола И.С., Бакеев М.Б. Развитие методологии конъюнктурного измерения технологической и цифровой активности в области экологизации промышленных предприятий России	3
★ Френкель А.А., Тихомиров Б.И., Сурков А.А. Социально-экономическое развитие России в условиях мирового кризиса и санкционных войн в 2021–2022 годах	6
★ Хасянова С.Ю. Исследование влияния пандемии на стабильность банковского сектора Российской Федерации	5
★ Хохлова О.А., Хохлова А.Н., Чойжалсанова А.Ц. Разработка алгоритма анализа вакансий на рынке труда по данным из открытых источников	4

СОЦИАЛЬНО-ДЕМОГРАФИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

★ Гритчина В.М., Хоркина Н.А. Делают ли занятия спортом молодых россиян счастливее?	3
★ Денисенко М.Б., Смирнова М.А., Степанова А.В. Выборочные обследования и переписи населения как источники данных о втором поколении мигрантов: зарубежный опыт	5
★ Засимова Л.С., Макшанчиков К.Н. Стимулирование занятий спортом работников предприятий: статистико-социологическое исследование	2
★ Мкртчян Н.В. Влияние особенностей учета некоторых групп населения на показатели половозрастной структуры населения муниципальных образований России	1
★ Оксиденко В.Г. Опыт использования выборочных обследований в оценке предпосылок эмиграции в Россию (на примере Республики Армения)	5
★ Родионова Л.А., Копнова Е.Д. Сезонность рождаемости в России: региональные особенности	2

РЕГИОНАЛЬНАЯ СТАТИСТИКА

★ Бурцева Т.А., Френкель А.А., Сурков А.А. Статистическое моделирование региональной производительности труда	4
★ Зарова Е.В., Коваленко Н.Н. Методы многомерного статистического анализа в исследовании эффективности инициативного бюджетирования на региональном уровне	5
★ Фомин М.В., Шнейдерман И.М., Лукашенко Е.А., Микрюков Н.Ю., Мирязов Т.Р. Региональные центры Сибири: социально-экономический и демографический анализ пространственного развития	4

НАУКА И ОБРАЗОВАНИЕ

★ Бурова Н.В., Декина М.П., Нерадовская Ю.В. Международная научно-практическая конференция «Статистические оценки устойчивого развития»	2
★ Меликян А.В. Подготовка IT-специалистов в российских вузах: статистический анализ.....	6
★ Пашинцева Н.И. Реализация национального и федеральных проектов развития российской науки: статистический анализ	1
★ Пономаренко А.Н. Современные статистические исследования уровня и динамики благосостояния населения России	1
★ Хамзин Р.А., Бровчак С.В., Салин В.Н. Об актуализации профессионального стандарта «Статистик»	4

МЕЖДУНАРОДНАЯ СТАТИСТИКА

★ Гурен Т.В., Романов А.А. Инновационная составляющая технологического уклада экономики России и зарубежных стран: международный сравнительный анализ.....	2
★ Петрикова Е.М. Оценка влияния пандемии COVID-19 на платежный баланс и международную инвестиционную позицию России	2
★ Суринов А.Е. Гармонизация программ национальных переписей населения раунда 2020 года в регионе СНГ. Ориентация на международную сопоставимость итогов	3
★ Ткаченко А.А. Цели устойчивого развития и проблемы измерения бедности и нищеты	1

СТРАНИЦЫ ИСТОРИИ

★ Дмитриев А.Л. Аким Михайлович Золотарев – статистик-реформатор	3
--	---

ХРОНИКА, ИНФОРМАЦИЯ

★ К юбилею Александра Николаевича Голубцова	5
★ К юбилею Алексея Павловича Зинченко	2
★ К юбилею Андрея Анатольевича Татарина	5
★ К юбилею Юрия Николаевича Иванова	1
★ Комплексный взгляд на ситуацию с материнством и детством	6
★ VII Научно-практическая конференция аналитиков России «Новое мироустройство. Роль и место России».....	6

БИБЛИОГРАФИЯ

★ Рябушкин Б.Т. Новое научно-публицистическое издание по истории переписей населения в России	3
---	---

SUBJECT-ALPHABETICAL INDEX OF ARTICLES AND MATERIALS PUBLISHED (VOL. 29, NO. 1–6)

ORGANIZATION AND DEVELOPMENT OF STATE STATISTICS

★ Davletshina L.A., Karmanov M.V. On Current Challenges to Russian Statistics	3
★ Laykam K.E., Klevakina M.P., Repin I.A. Current Issues in the Implementation of the System of Environmental-Economic Accounting	4
★ Sokolin V.L. Statistics of the CIS: 30 Years of Shared Work.....	1

QUESTIONS OF METHODOLOGY

★ Glinskiy V.V., Ismaiylva Yu.N., Khrushchev S.E., Serga L.K. Data Typology Using Technologies for Separating Mixtures of Probability Distributions	6
★ Ivanov Yu.N. On the Problems and Methods for International Comparisons of GDP	2
★ Ivanov Yu.N., Khomenko T.A. About Limitations of the Axiomatic and Economic Theories of Price Indices	6
★ Kalinin A.M., Volin I.A. Data Sources for CPI: Big Data of the Internet and the Systems of the Federal Tax Service of Russia	1
★ Lyapina A.A. Recording Intellectual Property Products in the Context of Globalization	1
★ Nazarova A.G. Aggregated Transfer Accounts in Regional Macroanalysis	5
★ Umanets L.V. Directions of Statistical Study of the Implementation of Advanced Production Technologies in Russia.....	6

MATHEMATICAL AND STATISTICAL METHODS IN ANALYSIS AND FORECASTING

★ Ayyubova N.S. On the Measurement of Cointegration Relations Between the Indicators of the Time Series of the Current Account of the Balance of Payments and GDP (On the Example of the Republic of Azerbaijan)	5
★ Arzhenovskiy S.V., Orlova Yu.A., Semerikova E.V., Sidorova E.E. Factors and Indicators of Russian Shadow Economy: An Empirical Analysis of Regional Data	5
★ Gorbunov V.K., Lvov A.G. The Analysis of Consumer Demand in Russia: Two-Stage Construction of Analytical Indexes	4
★ Goreeva N.M., Demidova L.N., Sadovnikova N.A. Statistical and Sociological Study of Institutional Transformation of Russian Business (Case Study: Moscow and the Moscow Region)	2
★ Gurov I.N. Inflation in Russia: Differences Between Official Data and Population's Perception	3
★ Dorokhov E.V. Enhancement of the System of Statistical Indicators for Assessing the State and Prospects of Development of the Stock Market.....	1
★ Kuranov G.O., Strizhkova L.A., Tishina L.I., Kuranov A.G. Factors of Economic Growth in 2011–2021 and Their Reflection in Macroeconomic Models.....	3
★ Kuchmaeva O.V., Kalmykova N.M., Kolotusha A.V. Approaches to Assessing Regional Differentiation of Mortality from Coronavirus.....	4
★ Lola I.S., Bakeev M.B. The Link Between Industry 4.0 and Sustainable Manufacturing: An Analysis of the Results of a Survey of Manufacturing Enterprises.....	6
★ Motorin V.I., Kenchadze D.D., Alekseev K.A. Models for Completing the Quarterly Data by Using the Structural Characteristics of a Reference Matrix.....	3

★ Mkhitarian V.S., Popova G.L. Statistical Analysis of Differentiation of the Development of Territories Based on the Assessment of the Effectiveness of the Use of Tax Potential (<i>Case Study: Municipalities of the Tambov Region</i>)	2
★ Polyakov K.L., Polyakova M.V., Zagonova E.A. Some Aspects of Methodological Support of Bank Value Management in the Russian Market of Financial Services	4
★ Soshnikava L.A., Kishkovich A.V. Assessment of the Regional Labor Market, Taking into Account the Territorial Effect (<i>Case Study: The Republic of Belarus</i>)	2

STATISTICAL ANALYSIS OF SOCIO-ECONOMIC PROCESSES

★ Arkhipova M.Yu., Chervyakova A.A. The Role of Small Manufacturing Enterprises in Innovation Development of the Real Sector of Economy: Economic and Statistical Study	3
★ Biryukova A.I. Statistical Analysis of Changes in Tobacco Consumption amid the COVID-19 Pandemic	5
★ Varshavskaya E.Y., Podverbnikh U.S. Labor Markets of Russian Regions During the Corona Crisis: Features of Regional Adaptation	5
★ Kitrar L.A., Lipkind T.M., Ustinova R.A. Experimental Composite Indicators of Cyclical Response in Surveys of Consumer Expectations of the Population	4
★ Lola I.S., Bakeev M.B. Development of the Methodology for the Business Tendency Measurement of Technological and Digital Activity in the Field of Greening of Industrial Enterprises in Russia	3
★ Frenkel A.A., Tikhomirov B.I., Surkov A.A. Socio-Economic Development of Russia amid Global Crisis and Sanctions Wars in 2021–2022	6
★ Khasyanova S.Yu. Study of the Impact of the Pandemic on the Stability of the Russian Banking Sector	5
★ Khokhlova O.A., Khokhlova A.N., Choyzhalsanova A.T. Development of an Algorithm to Analyze Vacancies in the Labor Market Based on Open-Source Data	4

SOCIAL AND DEMOGRAPHIC STUDIES

★ Gritchina V.M., Khorkina N.A. Does Physical Activity Make Russian Youth Happier?	3
★ Denisenko M.B., Smirnova M.A., Stepanova A.V. Sample Surveys and Population Censuses as Data Sources on the Second Generation of Migrants: Foreign Experience	5
★ Zasimova L.S., Makshanchikov K.N. Supporting Employees' Participation in Sports: Statistical and Sociological Study	2
★ Mkrtchyan N.V. The Impact of Accounting Features of Certain Population Groups on Indicators of Age and Sex Structure of the Population of Municipalities of Russia	1
★ Oksinenko V.G. Experience in Using Sample Surveys in Assessing the Prerequisites for Emigration to Russia (<i>On the example of the Republic of Armenia</i>)	5
★ Rodionova L.A., Kopnova E.D. Birth Seasonality in Russia: Regional Features	2

REGIONAL STATISTICS

★ Burtseva T.A., Frenkel A.A., Surkov A.A. Statistical Modeling of Regional Labor Productivity	4
★ Zarova E.V., Kovalenko N.N. Methods of Multivariate Statistical Analysis in the Study of the Efficiency of Initiative Budgeting at the Regional Level	5
★ Fomin M.V., Shneiderman I.M., Lukashenko E.A., Mikryukov N.Yu., Miriazov T.R. Regional Centers of Siberia: Socio-Economic and Demographic Analysis of Spatial Development	4

SCIENCE AND EDUCATION

★ Burova N.V., Dekina M.P., Neradovskaya Yu.V. International Scientific and Practical Conference «Statistical Assessments of Sustainable Development»	2
★ Melikyan A.V. Training of IT-Specialists in Russian Universities: Statistical Analysis	6
★ Pashinceva N.I. Implementation of National and Federal Projects for the Development of Russian Science: Statistical Analysis	1
★ Ponomarenko A.N. Contemporary Statistical Studies of the Russian Population Welfare Level and Dynamics.....	1
★ Khamzin R.A., Brovchak S.V., Salin V.N. On Updating the Professional Standard «Statistician»	4

INTERNATIONAL STATISTICS

★ Guren T.V., Romanov A.A. The Innovative Component of the Technological Structure of the Economy of Russia and Foreign Countries: International Comparative Analysis	2
★ Petrikova E.M. Assessment of the Impact of the Covid-19 Pandemic on the Balance of Payments and the International Investment Position of Russia	2
★ Surinov A.Ye. Harmonization of 2020 Round of National Census Programs Across the CIS. Towards the International Comparability of Results	3
★ Tkachenko A.A. Sustainable Development Goals and Problems of Measuring Poverty and Extreme Poverty.....	1

PAGES OF HISTORY

★ Dmitriev A.L. Akim Mikhailovich Zolotarev – Reformer Statistician.....	3
---	---

CHRONICLE, INFORMATION

★ On the Anniversary of Birth of Aleksandr Nikolaevich Golubtsov	5
★ On the Anniversary of Birth of Aleksey Pavlovich Zinchenko.....	2
★ On the Anniversary of Birth of Andrey Anatol'evich Tatarinov.....	5
★ On the Anniversary of Birth of Yuriy Nikolaevich Ivanov.....	1
★ Comprehensive Viewpoint on the Situation with Motherhood and Childhood	6
★ VII Scientific and Practical Conference of Analysts of Russia «New World Order. The Role and Place of Russia».....	6

BIBLIOGRAPHY

★ Ryabushkin B.T. The New Scientific and Journalistic Publication on the History of Population Censuses in Russia	3
--	---