

Научно-практический  
рецензируемый журнал

СТАТИСТИКА И ЭКОНОМИКА  
Том 15. № 4. 2018

Учредитель:  
РЭУ им. Г.В. Плеханова

Главный редактор  
Виталий Григорьевич Минашкин

Зам. главного редактора  
Елена Алексеевна Егорова

Ответственный редактор  
Павел Александрович Смелов

Технический редактор  
Елена Ивановна Аникеева

Журнал издается с 2004 года.  
Свидетельство о регистрации СМИ:  
ПИ №СМИ ПИ №ФС77-65889  
от 27.05.16 г.

ISSN 2500-3925 (Print)

Все права на материалы,  
опубликованные  
в номере, принадлежат журналу  
«Статистика и экономика».  
Перепечатка материалов,  
опубликованных в журнале, без  
разрешения редакции запрещена. При  
цитировании материалов ссылка на  
журнал «Статистика и экономика»  
обязательна.

Мнение редакции может не совпадать  
с мнением авторов

Журнал включен ВАКом в перечень  
периодических научных изданий.

Тираж журнала  
«Статистика и экономика»  
1500 экз.

Адрес редакции:  
117997, г. Москва,  
Стремянный пер., 36, корп. 6, офис 345  
Тел.: (499) 237-83-31, (доб. 18-04)  
E-mail: Smelov.PA@rea.ru  
Адрес сайта: www.statecon.rea.ru

Подписной индекс журнала  
в каталоге «РОСПЕЧАТЬ»: 80246

© ФГБОУ ВО  
«РЭУ им. Г. В. Плеханова», 2018

Подписано в печать 30.08.18.  
Формат 60x84 1/8. Цифровая печать.  
Печ. л. 10,75. Тираж 1500 экз.  
Заказ

Напечатано в ФГБОУ ВО  
«РЭУ им. Г.В. Плеханова».  
117997, Москва, Стремянный пер., 36

## СОДЕРЖАНИЕ

### ТЕОРИЯ СТАТИСТИКИ

- В.А. Капитанов, А.А. Иванова, А.Ю. Максимова*  
Проблемы числовых оценок неравенства ..... 4

### ЭКОНОМИЧЕСКАЯ СТАТИСТИКА

- Н.В. Днепровская*  
Оценка готовности российского высшего образования  
к цифровой экономике ..... 16

- Л.И. Розанова, С.В. Тишков*  
Анализ производственного и финансового потенциала  
как основы для разработки стратегии модернизации  
экономики России..... 29

### СОЦИАЛЬНАЯ СТАТИСТИКА

- В.В. Жолудева, Н.Ф. Мельниченко*  
Статистическая оценка качества трудовой жизни  
работников в Российской Федерации ..... 42

- З.Ф. Ибрагимова, М.В. Франц*  
Неравенство доходов, его субъективное восприятие и  
влияние на психосоциальное самочувствие населения ..... 52

### СТАТИСТИКА И МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ В ЭКОНОМИКЕ

- А.Р. Мусин*  
Экономико-математическая модель прогнозирования  
динамики финансового рынка ..... 61

- А.А. Солодов*  
Статистический анализ механизма формирования  
концептов-представлений в организационно-технических  
системах..... 70

### ИНФОРМАЦИОННО-КОММУНИКАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В СТАТИСТИКЕ

- Ю.П. Липунцов*  
Использование информационной инфраструктуры  
цифровой экономики для повышения качества  
статистических данных ..... 77

Scientific and practical reviewed  
journal

STATISTICS AND ECONOMICS  
Vol. 15. № 4. 2018

**Founder:**  
**Plekhanov Russian University of  
Economics**

**Editor in chief**  
Vitaliy G. Minashkin,

**Deputy editor**  
Elena A. Egorova

**Executive editor**  
Pavel A. Smelov

**Technical editor**  
Elena I. Anikeeva

Journal issues since 2004.  
Mass media registration certificate:  
**ФЦ77-65889 от 27.05.16 г.**  
**ISSN 2500-3925 (Print)**

All rights for materials published in the  
issue belong to the journal  
«Statistics and Economics».

Reprinting of articles published in the  
journal, without the permission of the  
publisher is prohibited.

When citing a reference to the journal  
«Statistics and Economics» is obligatory.

Editorial opinion may be different from  
the views of the authors

The journal is included in the list of VAK  
periodic scientific publications.  
Journal articles are reviewed.  
The circulation of the journal  
«Statistics and Economics» –  
1,500 copies.

Editorial office:  
117997, Moscow,  
Stremyanny lane. 36, Building 6, office 345  
Tel.: (499) 237-83-31 (18-04)  
E-mail: Smelov.PA@rea.ru  
Web: www.statecon.rea.ru

Subscription index of journal  
in catalogue «ROSPECHAT»: 80246

© Plekhanov Russian University of  
Economics, 2018

Signed to print 30/08/18.  
Format 60x84 1/8. Digital printing.  
Printer's sheet 10,75. 1500 copies.  
Order

Printed in Plekhanov Russian University  
of Economics,

Stremyanny lane. 36, Moscow, 117997,  
Russia

## CONTENTS

### THEORY OF STATISTICS

- Viktor A. Kapitanov, Anna A. Ivanova, Aleksandra Y. Maksimova*  
The problems of numerical inequalities estimates..... 4

### ECONOMIC STATISTICS

- Natalia V. Dneprovskaya*  
Assessment of the readiness of the russian higher education for  
the digital economy ..... 16
- Ljudmila I. Rozanova, Sergei V. Tishkov*  
Analysis of production and financial potential as a basis for  
developing a strategy for modernizing the Russian economy..... 29

### SOCIAL STATISTICS

- Vera V. Zholudeva, Nadezhda F. Melnichenko*  
Statistical evaluation of the quality of working life of employees  
in the russian federation..... 42
- Zulfiya F. Ibragimova I, Marina V. Frants*  
Income inequality, subjective perception and impact on  
psychosocial well-being of the population ..... 52

### STATISTICAL AND MATHEMATICAL METHODS IN ECONOMICS

- Artur R. Musin*  
Economic-mathematical model for predicting financial market  
dynamics..... 61
- Alexander A. Solodov*  
Statistical analysis of the formation mechanism of concepts-  
representations in organizational and technical systems ..... 70

### INFORMATION AND COMMUNICATION TECHNOLOGIES IN STATISTICS

- Yuriy P. Lipuntsov*  
Usage of the digital economy information infrastructure  
to improve the quality of statistical data ..... 77

## Редакционная коллегия

**АСТАШОВА Ирина Викторовна**, д.ф.-м.н., профессор, профессор кафедры дифференциальных уравнений, Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, Москва, Россия

**АРХИПОВА Марина Юрьевна**, д.э.н., профессор, факультет экономических наук, Департамент статистики и анализа данных, Высшая школа экономики — национальный исследовательский университет, Москва, Россия

**БАКУМЕНКО Людмила Петровна**, д.э.н., профессор, заведующая кафедрой прикладной статистики и информатики, Марийский государственный университет, Йошкар-Ола, Россия

**ВОЛКОВА Вioлетта Николаевна**, д.э.н., профессор, профессор кафедры системного анализа и управления, Санкт-Петербургский государственный политехнический университет, Санкт-Петербург, Россия

**ГЕВОРКЯН Эдуард Аршавирович**, д.ф.-м.н., профессор кафедры Высшей математики, Российский экономический университет имени Г.В. Плеханова, Москва, Россия

**ГЛИНКИНА Светлана Павловна**, д.э.н., профессор, заведующая кафедрой общей экономической теории Московской школы экономики, Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, Москва, Россия

**ЕЛИСЕЕВА Ирина Ильинична**, д.э.н., профессор, член-корреспондент РАН, Заслуженный деятель науки Российской Федерации, заведующая кафедрой статистики и эконометрики, Санкт-Петербургский государственный экономический университет, г. Санкт-Петербург, Россия

**ЗАРОВА Елена Викторовна**, д.э.н., профессор, начальник отдела обработки и анализа статистической информации, Департамент экономической политики и развития города Москвы, руководитель Центрально-Евразийского представительства Международного статистического института, Москва, Россия

**КАРМАНОВ Михаил Владимирович**, д.э.н., профессор, профессор кафедры отраслевой и бизнес-статистики, Российский экономический университет имени Г.В. Плеханова, Москва, Россия

**КАСЕНОВА Асия Каналбаевна**, к.э.н., директор, Казахская социальная академия, Астана, Казахстан

**КЮРКЧАН Александр Гаврилович**, д.ф.-м.н., профессор, заведующий кафедрой теории вероятностей и прикладной математики, Московский технический университет связи и информатики, Москва, Россия

**ЛАЙКАМ Константин Эмильевич**, д.э.н., заместитель руководителя Федеральной службы государственной статистики Российской Федерации, Москва, Россия

**ЛУЛА Павел**, доктор наук, доцент, заведующий кафедрой вычислительных систем, Краковский экономический университет, Краков, Польша

**МОТОРИН Руслан Миколайович**, д.э.н., профессор кафедры статистики и эконометрии, Киевский национальный торгово-экономический университет, Киев, Украина

**МХИТАРЯН Владимир Сергеевич**, д.э.н., профессор, заведующий отделением статистики, анализа данных и демографии, заведующий кафедрой статистических методов, Высшая школа экономики — национальный исследовательский университет, Москва, Россия

**САДОВНИКОВА Наталья Алексеевна**, д.э.н., профессор, заведующая кафедрой статистики, Российский экономический университет имени Г.В. Плеханова, Москва, Россия

**САЖИН Юрий Владимирович**, д.э.н., профессор, заведующий кафедрой статистики, эконометрики и информационных технологий в управлении, Национальный исследовательский Мордовский государственный университет имени Н. П. Огарева, Саранск, Россия

**УПАДХАЯ Шьям**, руководитель статистического отдела ЮНИДО, Организация Объединенных Наций по промышленному развитию, Вена, Австрия

**ШУВАЛОВА Елена Борисовна**, д.э.н., профессор, начальник управления аттестации научных кадров, Российский экономический университет имени Г.В. Плеханова, Москва, Россия

## Editorial Board

**Irina V. ASTASHOVA**, Dr. Sci. (Phys.-Math.), Professor, Professor of the Differential Equations Department, Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russia

**Marina Yu. ARKHIPOVA**, Dr. Sci. (Economics), Professor, Faculty of Economic Sciences, Department of Statistics and Data Analysis, Higher School of Economics — National Research University, Moscow, Russia

**Lyudmila P. BAKUMENKO**, Dr. Sci. (Economics), Professor, Head of Applied Statistics and Informatics Department, Mari State University, Yoshkar-Ola, Russia

**Violetta N. VOLKOVA**, Dr. Sci. (Economics), Professor, Professor of System Analysis and Management Department, Saint Petersburg State Polytechnic University, Saint Petersburg, Russia

**Eduard A. GEVORKYAN**, Dr. Sci. (Phys.-Math.), Professor of the Department of Higher Mathematics, Plekhanov Russian University of Economics, Moscow, Russia

**Svetlana P. GLINKINA**, Dr. Sci. (Economics), Professor, Head of the General Economic Theory Department, Moscow School of Economics, Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russia

**Irina I. ELISEEVA**, Dr. Sci. (Economics), Professor, Corresponding Member of Russian Academy of Sciences, Head of Statistics and Econometrics Department, Saint-Petersburg State University of Economics, Saint-Petersburg, Russia

**Elena V. ZAROVA**, Dr. Sci. (Economics), Professor, Head of the Department of Processing and Analysis of Statistical Information, Department of Economic Policy and Development of Moscow, Chair of ISI Central Eurasia Outreach Committee, Moscow, Russia

**Mikhail V. KARMANOV**, Dr. Sci. (Economics), Professor, Professor of the Department of Industrial and Business Statistics, Plekhanov Russian University of Economics, Moscow, Russia

**Asiya K. KASENOVA**, Cand. Sci. (Economics), Director, Kazakh Social Academy, Astana, Kazakhstan

**Alexander G. KYURKCHAN**, Dr. Sci. (Phys.-Math.), Professor, Head of the Theory of Probability and Applied Mathematics Department, Moscow Technical University of Communications and Informatics, Moscow, Russia

**Konstantin E. LAYKAM**, Dr. Sci. (Economics), Deputy Head, Federal State Statistics Service of the Russian Federation, Moscow, Russia

**Pawel LULA**, Dr. hab., Associate Professor, Head of the Department of Computational Systems, Cracow University of Economics, Cracow, Poland

**Ruslan M. MOTORIN**, Dr. Sci. (Economics), Professor of Statistics and Econometrics Department, Kiev National University of Trade and Economics, Kiev, Ukraine

**Vladimir S. MKHITARYAN**, Dr. Sci. (Economics), Professor, Head of the Department of Statistics, Data Analysis and Demography, Head of the Department of Statistical Methods, Higher School of Economics — National Research University, Moscow, Russia

**Natalia A. SADOVNIKOVA**, Dr. Sci. (Economics), Professor, Head of Statistics Department, Plekhanov Russian University of Economics, Moscow, Russia

**Yury V. SAZHIN**, Dr. Sci. (Economics), Professor, Head of the Department of Statistics, Econometrics and Information Technologies in Management, Ogarev Mordovia State University, Saransk, Russia

**Shyam UPADHYAYA**, Chief, UNIDO Statistics Unit, United Nations Industrial Development Organization, Vienna, Austria

**Elena B. SHUVALOVA**, Dr. Sci. (Economics), Professor, Head of the Department of Scientific Personnel Certification, Plekhanov Russian University of Economics, Moscow, Russia

## Проблемы числовых оценок неравенства

Цель данной работы — сопоставление недостатков распространённых индексов неравенства, проявляющихся при работе с реальными (т.е. заведомо неполными) данными и поиск альтернативных методов количественного описания неравенства, лишенных этих недостатков.

Методика исследования:

- рассмотрение широкого набора как можно более полных реальных данных о распределении населения по доходам, расходам, имуществу (т.е. данных об экономической структуре общества);
- вскрытие специфических недостатков реальных данных об экономической структуре общества, выяснение того, какая именно информация в них отсутствует или представлена непропорционально;
- сравнение значений наиболее широко применяемых индексов неравенства, вычисленных на реальных данных об экономической структуре, с целью установления пригодности этих показателей для задач оценки неравенства.

— разработка индекса неравенства, адекватно описывающего реальные экономические структуры общества.

Материалы, использованные в исследовании:

- официальные данные Росстат и Федеральной Налоговой Службы о доходах граждан России;
- данные специализированных сайтов объявлений о ценах на недвижимость и автомобили;
- данные Credit Suisse Research Institute о распределении граждан России по уровню имущества;
- данные «Форбс» о доходах и имуществе богатейших людей России.

Показано, что данные о доходах существенно неполны и отрывочны — известна ширина диапазона доходов (т.е. доход самого богатого члена общества), но неизвестно наполнение богатых когорт, поскольку доходы богатейших членов общества скрываются.

Предложены критерии, которым должен соответствовать индекс неравенства:

- возможность вычисления индекса неравенства при произвольном квантовании;
- неизменность значения индекса неравенства при различном квантовании одних и тех же данных;

— чувствительность индекса к ширине диапазона доходов.

Для восьми распределений населения по доходам и имуществу построены аппроксимации степенной и экспоненциальной функциями, показана большая адекватность экспоненциальной аппроксимации;

Отмечено, что экспоненциальной функцией распределения хорошо описываются общества только с высоким социальным неравенством (интенсивность экспоненциального распределения больше 10).

Для указанных распределений населения вычислены индексы неравенства:

- децильный коэффициент фондов;
- коэффициент Джини;
- показатель Парето;
- показатели общей энтропии (нулевой, первый или индекс Тейла, второй);
- отношение максимального дохода (имущества) к модальному;
- интенсивность экспоненциального распределения.

Показано, что:

- значение показателя Парето не связано однозначно с неравенством;
- коэффициенты фондов (децильный, квинтильный и т.п.) невычислимы при произвольном квантовании, а потому непригодны при сопоставлении данных из различных источников, отличающихся квантованием;
- индекс Джини требует абсолютно полных данных о богатых;
- из всех рассмотренных критериев неравенства первые три показателя общей энтропии, а также отношение максимального дохода (имущества) к модальному сильно зависят от квантования данных, а потому непригодны при сопоставлении данных из различных источников, отличающихся квантованием;

Сделано заключение, что интенсивность экспоненциального распределения не обладает перечисленными недостатками и может быть рекомендована в качестве индекса неравенства.

**Ключевые слова:** социальное неравенство; индекс Джини; индекс Тейла; показатель Парето; коэффициент фондов; распределение населения по доходам; интенсивность экспоненциального распределения

Viktor A. Kapitanov<sup>1</sup>, Anna A. Ivanova<sup>2</sup>, Aleksandra Y. Maksimova<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Stelmakh Research Institute «Polyus», Moscow, Russia

<sup>2</sup>Institute of Applied Mathematics and Mechanics, Donetsk

## The problems of numerical inequalities estimates

The purpose of this paper is to compare the shortcomings of the widely used inequality coefficients that appear when working with real (ie, knowingly incomplete) data and searching for alternative quantitative methods for describing inequalities that lack these shortcomings.

Research methods:

- consideration of an extensive range of as full as possible real data on the population distribution by income, expenditure, property (ie data on the economic structure of society);
- revealing the specific shortcomings of these data on the economic structure of society, finding out which information is missing or presented disproportionately;
- comparison of the values of the most widely used indices of inequality calculated on real data on the economic structure, with a

view to establishing the suitability of these indicators for problems of inequality estimation;

— development of an index of inequality that adequately describes the real economic structure of society.

Research data:

- official data of Rosstat and the Federal Tax Service on incomes of Russian citizens;
- specialized sites of announcements about the prices for real estate and cars;
- Credit Suisse Research Institute data on the distribution of Russian citizens by property level;
- Forbes data on income and wealth of the richest people in Russia. It is shown that the income data are essentially incomplete and fragmentary — the width of the income range (i.e., the income of the

richest member of society) is known, but the filling of rich cohorts is not known, since the incomes of the richest members of society are hidden.

We proposed the next (criteria as) requirements for an inequality index:

- possibility of calculating the index of inequality for arbitrary quantization;
- invariance of the value of the inequality index for different quantization of the same data;
- sensitivity of the index to the width of the income range.

It is noted that only the exponential function describes societies with high social inequality enough well (the intensity of the exponential distribution is more than 10).

For the presented population distributions, the next indices of inequality are calculated:

- decile coefficient of funds;
- Gini coefficient;
- Pareto index;
- indicators of total entropy (zero, first or Tayle index, and second orders);
- the ratio of maximum income (property value) to the modal;

- intensity of exponential distribution.

It is shown, that:

- the value of the Pareto index does not have a unique relationship with the inequality;
  - the coefficients of the funds (decile, quintile, etc.) are not computable for arbitrary quantization, and therefore are unsuitable for comparing data from various sources and have different quantization;
  - The Gini index requires complete data on the rich;
  - from all considered criteria of inequality the first three indicators of the total entropy, as well as the ratio of maximum income (property) to the modal strongly depend on data quantization.
- Therefore they are unsuitable for comparison data from various sources with different quantization.

It is concluded that the intensity of the exponential distribution does not possess the listed disadvantages and can be recommended as an index of inequality.

**Keywords:** social inequality; the Gini index; the Teil index; Pareto index; coefficient of funds; distribution of the population by income; intensity of exponential distribution

## Введение

Способы представления неравенства можно разделить на две основных группы: графические, когда неравенство отображается более чем одним числом, и числовые, когда показателем неравенства является одно число. Выражение степени неравенства людей в виде числовой характеристики необходимо при решении социо-экономических задач – в первую очередь для сравнения различных групп людей (например, межстранового сравнения), и сравнения по разным показателям (например, по доходам, по имуществу и по расходам) а также для изучения динамики неравенства. Однако при «сворачивании» исходного вектора данных о неравенстве в одно число (будь то коэффициент Джини, фондов или какой-либо другой индекс неравенства) часть информации о неравенстве теряется. Поэтому важно знать, насколько информативен тот или иной критерий.

Сопоставление коэффициента Джини и показателя Парето на примерах реальных данных о доходах разных стран и разных веков, проведённое Н.Т. Давис ещё в середине прошлого века [1], продемонстрировало существенные недостатки этих критериев для оценки реально существующей экономической

структуры общества (ЭСО). По данным [1] страна А по сравнению со страной В могла иметь одновременно меньшее значение коэффициента Джини и большее значение показателя Парето, что ставит вопрос об информативности как минимум одного из этих критериев.

Исследование L. Osberg [2] наглядно показало, что два общества с очень разной экономической структурой могут характеризоваться одним и тем же значением коэффициента Джини.

Наиболее широко для оценки неравенства используются коэффициенты Джини и фондов (децильный, реже квинтильный и центильный). Однако в [3] М.Б. Лощининым аргументированно утверждается следующее: «Вместо решения проблемы структуры (имеется в виду ЭСО – авт.) методологи неравенства разработали технологии контроля, не критичные к структуре. Речь идет о методах Джини и децильных интервалов».

Из этих противоречий и возникает цель данной работы – сопоставление недостатков распространённых индексов неравенства, проявляющихся при работе с реальными (т.е. заведомо неполными) данными и поиск альтернативных методов количественного описания неравенства, лишенных этих недостатков.

Поставленная таким образом цель задаёт следующую методику исследования:

- рассмотрение широкого набора как можно более полных реальных данных о распределении населения по доходам, расходам, имуществу;
- вскрытие специфических недостатков этих данных о неравенстве, выяснение того, какая именно информация в этих данных отсутствует или представлена непропорционально мало;
- вычисление на основе реальных ЭСО значений наиболее широко применяемых индексов неравенства и оценка их пригодности для решения реально существующих задач сравнительной оценки неравенства;
- разработка индекса неравенства, адекватно описывающего реальные ЭСО.

Данная работа является продолжением наших исследований в области методов представления неравенства, начатых в [4].

## 1. Неустраняемые недостатки данных о доходах и/или имуществе

Поскольку полных данных о распределении населения по доходам мы не имеем и иметь не будем, возникает необходимость в работах, подобных настоящей.

Оценим, насколько велико наше незнание: по данным Росстат суммарный доход россиян в 2015 г. составил 53,101 трлн руб. [5], а по данным Федеральной Налоговой Службы (ФНС)<sup>1</sup> – всего лишь 22,053 трлн руб. [6]. Принципиальное отличие данных Росстат от данных ФНС в том, что Росстат оценивает «доходы вообще», т.е. анонимные доходы без привязки их к личностям конкретных получателей [7], ФНС же в силу необходимости выполнения фискальных обязанностей определяет доходы не «вообще», а с привязкой к конкретным получателям, с которых ФНС и взимает налоги.

Из простого сопоставления двух приведённых цифр следует, что доходы скрыть весьма несложно, раз скрываемые доходы в полтора раза больше, чем нескрываемые.

Инструменты сокрытия доходов не являются особым секретом – в условиях глобализации формальный вывод за рубеж расположенного де-факто в России бизнеса не составляет труда: вот, например, сайт, предлагающий подобные услуги [8]. Однако такие инструменты доступны только крупному бизнесу, то есть скрывается информация о доходах не всех, а именно богатых когорт.

Итак, имеющиеся в нашем распоряжении данные о неравенстве по доходам характеризуются существенной неполнотой, причём неполнотой довольно специфической – чем выше доходы, тем меньше информации о них. Из этого недостатка данных следуют два важных для целей данной работы выводы.

<sup>1</sup> Более поздние данные приведены быть не могут, поскольку на момент написания данной статьи последний опубликованный ФНС «Отчет о декларировании доходов физическими лицами» датируется 2015 г. Поэтому для обеспечения сопоставимости данных все прямые (официальные и неофициальные) сведения о доходах в данной статье будут относиться к 2015 г.

Никакой источник данных нельзя считать заслуживающим доверия и только совпадение данных о распределении населения по доходам из нескольких независимых источников может дать нам право считать имеющуюся у нас информацию достоверной. Поскольку подобного рода данные как правило публикуются квантованными, разбитыми на когорты, то исследуемые нами индексы, описывающие неравенство, должны быть нечувствительны к квантованию и вычислимы при любом квантовании – в противном случае невозможно будет сопоставлять данные, полученные из различных источников.

Мы знаем доходы отдельных богатых и даже богатейших граждан страны, публикуемые «Форбс» [9] и ФНС [10], но эти данные недостаточны для полного описания существующей в России ЭСО, поскольку количество богатых людей, скрывших свои доходы и не попавших в поле зрения «Форбс» и ФНС, неизвестно. В такой ситуации приходится признать, что нам доступна информация о ширине диапа-

зона доходов (определяемой доходом богатейшего человека страны), но и только. Достоверных данных о наполнении богатых когорт не существует, есть лишь данные о том, насколько далеко справа на шкале доходов располагаются богатые когорты. Поэтому предлагаемые нами индексы неравенства должны быть безусловно чувствительны к ширине диапазона доходов при любом сколь угодно малом наполнении богатых когорт.

## 2. Краткое описание имеющихся данных об экономической структуре российского общества

Получение ЭСО из различных прямых и косвенных источников данных и систематизация полученных ЭСО представлены в нашей работе [4]. В некоторых случаях для получения одной ЭСО приходилось сводить данные из нескольких источников, методика проведения этой процедуры описана там же. Список этих восьми ЭСО с указанием их источников и краткими характеристиками данных приведён в табл. 1.

Таблица 1

Распределения населения России по доходам (имуществу)

| № | Данные                     | Источник(и)     | Параметр  | Краткая характеристика данных                                                                                                                                                                     |
|---|----------------------------|-----------------|-----------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1 | Росстат                    | [11]            | Доходы    | Неполны и обрываются на доходе 96 тыс. руб./мес. Показывают заведомо заниженное неравенство.                                                                                                      |
| 2 | Росстат + ФНС              | [9], [10], [11] |           | Характеризуют один и тот же диапазон доходов 0...14,3 млрд руб./мес., но отличаются количеством данных о заполнении богатых (>96 тыс. руб./мес.) когорт: в (2) – 675 тыс. чел., а в (3) – 35 чел. |
| 3 | Росстат + «Форбс»          | [9], [11]       |           |                                                                                                                                                                                                   |
| 4 | Credit Suisse              | [12]            | Имущество | Характеризуют неравенство по всем видам имущества                                                                                                                                                 |
| 5 | avtopoisk.ru<br>24 когорты | [13]            |           | Цена предложения автомобилей.                                                                                                                                                                     |
| 6 | avtopoisk.ru<br>15 когорт  | [13]            |           |                                                                                                                                                                                                   |
| 7 | avito.ru<br>автомобили     | [14]            |           |                                                                                                                                                                                                   |
| 8 | avito.ru<br>недвижимость   | [15]            |           | Цена предложения недвижимости                                                                                                                                                                     |

### 3. Числовые индексы неравенства

#### 3.1. Требования, предъявляемые к индексам неравенства

Считается, что индексы неравенства должны удовлетворять пяти принципам измерения неравенства [16]:

1. Принцип перераспределения, известный также как принцип Пигу-Дальтона. В соответствии с этим принципом, если деньги передаются от богатого индивида более бедному, то показатель неравенства должен уменьшаться, и наоборот.

2. Принцип независимости от масштаба. Показатель неравенства не должен реагировать на пропорциональные изменения всех доходов.

3. Принцип дублирования наблюдений. Показатель неравенства не должен изменяться при равномерном увеличении исходной выборки.

4. Анонимность. Если два произвольных индивида обмениваются доходами, то показатель неравенства не должен измениться.

5. Аддитивность. Показатель неравенства должен без остатка раскладываться в сумму неравенств внутри отдельных групп и межгруппового неравенства [17].

Не оспаривая перечисленные пять принципов, всё же находим целесообразным добавить к ним ещё три:

6. Возможность вычисления индекса неравенства при произвольном квантовании. Не всегда есть возможность квантовать исходные данные так, как нам нужно, во многих случаях приходится использовать готовое квантование и индекс неравенства при этом должен быть вычислим.

7. Неизменность значения индекса неравенства при различном квантовании одних и тех же данных.

8. Чувствительность индекса к ширине диапазона доходов. Значение индекса должно

изменяться при добавлении к данным о бедных данных о богатых.

Следует отметить, что аддитивность (принцип 5), вообще говоря, не является строгим требованием. Так, очень широко используемый индекс Джини в общем случае не раскладывается без остатка в сумму неравенств внутри отдельных групп и межгруппового неравенства [18 с. 30, 19]. Декомпозиция индекса Джини тем не менее возможна и относительно несложна при разделении населения на группы по уровню дохода «богатые-бедные» [20], хотя и в этом случае речь, конечно, не идёт об аддитивности, т.е. простом суммировании без использования каких-либо коэффициентов при слагаемых.

Если же рассматривается неравенство в пересекающихся по доходам группах [18, с. 16], например, «мужчины-женщины», то задача декомпозиции индекса Джини становится трудноразрешимой. Хотя современные модификации метода Дагума теоретически позволяют решать эту задачу [21], но вопрос в том, какие при этом возникают погрешности. Практическая реализация метода Дагума для пересекающихся групп уже осуществлена [22], однако авторы данной работы указывают на недостаточность публикаций в данной области. Для полной уверенности в пригодности коэффициента Джини для декомпозиции в общем случае нужны дополнительные исследования.

Из сказанного следует, что один из популярнейших (если не наиболее популярный) индекс неравенства Джини — не аддитивен и декомпозиция его в общем случае проблематична, но тем не менее он повсеместно применяется.

Поэтому предлагается исходить из того, что задача декомпозиции индекса неравенства возникает отнюдь не всегда, а потому соблюдение принципа

аддитивности при построении индексов неравенства является скорее желательным, чем обязательным.

Проверим соответствие пространственных индексов неравенства другим указанным выше принципам.

Сразу же выведем из рассмотрения критерий Аткинсона [17], поскольку он включает в себя достаточно субъективный параметр отвращения (неприятия) неравенства и в силу этого является скорее социологическим, нежели экономическим индексом.

Широко применяемый в качестве индекса неравенства коэффициент фондов (децильный или, реже, центильный, квинтильный) жёстко привязан к квантованию данных. Если ширины когорт не равны требуемым 1, 10 или 20% (а в действительности именно так зачастую и бывает), то вычислить коэффициент фондов невозможно (табл. 2 столбец 3). Т.о. коэффициент фондов не соответствует шестому требованию, которое мы выдвинули к показателям неравенства.

#### 3.2. Показатель Парето

Показатель Парето в настоящее время не применяется как индекс неравенства и, как будет далее продемонстрировано, отказ от его использования вполне оправдан. В данной работе показатель Парето находили из уравнения степенного распределения [23]

$$F(x) = 1 - \left( \frac{x_{\min}}{x} \right)^{\alpha-1}, \quad (1)$$

где  $F(x)$  — значение безразмерной функции распределения<sup>1</sup> населения по уровню дохода;  $x$  — безразмерный доход;  $x_{\min}$  — минимальный безразмерный доход;  $\alpha$  — показатель Парето.

Величину показателя Парето в уравнении (1) варьи-

<sup>1</sup> Необходимость работы именно с функциями распределения как методом графического представления ЭСО обоснована нами ранее [4].

ровали до тех пор, пока не достигал максимума коэффициент детерминации  $R^2$ , который оценивает долю вариации результативного признака  $y$ , обусловленную изменением значений факторного признака  $x$ . Напомним, что чем ближе значение  $R^2$  к единице, тем больше признак  $x$  участвует в формировании значений  $y$  [24]. Применительно к данной задаче аппроксимации близость  $R^2$  к единице характеризует близость к реальным данным аппроксимирующей кривой, рассчитанной по формуле (1).

Результаты расчетов приведены в табл. 2.

Из представленных в табл. 2 данных следует, что показатель Парето демонстрирует большее неравенство для данных Росстат (табл. 2 строка 1) чем для данных о ценах на автомобили (табл. 2 строки 4,5,6), тогда как в действительности ситуация совершенно обратная — данные Росстат обрываются на очень низком доходе и, следовательно, характеризуются очень низким неравенством (см. табл. 1).

Это даёт основания утверждать, что показатель Парето не соответствует принципу Пигу-Дальтона, а проще говоря — вообще не способен од-

нозначно характеризовать неравенство.

Причина подобной неоднозначности в том, что в формулу распределения Парето кроме показателя Парето входит некоторый минимальный (но ненулевой) доход  $x_{\min}$ , определение которого само по себе нетривиальная задача (в качестве такового мог бы быть использован модальный доход, но его определение при произвольном квантовании данных затруднено, а его использование ведёт к значительным погрешностям — см. п. 3.6). Поэтому при одинаковых значениях показателя Парето можно наблюдать самые разные кривые распределения населения по доходам и, следовательно, показатель Парето нельзя считать адекватным индексом неравенства — он не соответствует первому принципу. Этот вывод далеко не нов и в целом соответствует данным Н.Т. Давис [1].

### 3.3. Индекс Джини

Индекс Джини широко распространён в качестве характеристики неравенства, однако в последнее время он подвергается критике [2], поскольку два общества с весьма различными распределениями населения по доходам могут

характеризоваться одним и тем же значением индекса Джини. И это действительно так (см. табл. 2), индекс Джини не отличает данные Росстат от данных Росстат + «Форбс», т.е. не реагирует на расширение диапазона доходов в 149 000 раз, а, следовательно, не удовлетворяет восьмому принципу.

Индекс Джини характеризуется тем же недостатком, что и кривые Лоренца — он требует полных данных о богатых.

### 3.4. Показатели общей энтропии

Рассмотрим первые три показателя общей энтропии [19] (нулевой, первый или индекс Тейла и второй). Они рассчитаны по формулам (2) — (4) для некоторых из рассматриваемых в данной работе распределений и приведены в табл. 6.

Нулевой показатель общей энтропии равен:

$$GE(0) = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \ln \frac{\bar{x}}{x_i}, \quad (2)$$

где  $n$  — число членов общества;  $i$  — номер члена общества, получающего безразмерный доход  $x_i$ ;  $\bar{x}$  — средний безразмерный доход.

Первый показатель общей энтропии (индекс Тейла) равен:

$$GE(1) = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \frac{x_i}{\bar{x}} \ln \frac{x_i}{\bar{x}}, \quad (3)$$

Таблица 2

Сравнение индексов неравенства

| № | Данные                  | Индекс неравенства                                            |       |          |        |        |        |           |                       | $R^2$ аппроксимации |                  |
|---|-------------------------|---------------------------------------------------------------|-------|----------|--------|--------|--------|-----------|-----------------------|---------------------|------------------|
|   |                         | Фондов децильн.                                               | Джини | $\alpha$ | GE(0)  | GE(1)  | GE(2)  | $\lambda$ | I <sub>max</sub> /mod | Степенной           | Экспоненциальной |
| 1 | 2                       | 3                                                             | 4     | 5        | 6      | 7      | 8      | 9         | 10                    | 11                  | 12               |
| 1 | Росстат                 | 15,6 <sup>1</sup>                                             | 0,38  | 1,36     | 0,187  | 0,241  | 0,256  | 2,43      | 8,03                  | 0,7176              | 0,9360           |
| 2 | Росстат + «Форбс»       | Вычисление невозможно из-за отсутствия квантования по децилям | 0,38  | 1,36     | 0,283  | 0,451  | 2584   | 4,85E5    | 1,19E6                | 0,9023              | 0,9775           |
| 3 | Росстат + ФНС           |                                                               | 0,48  | 1,38     | 0,436  | 1,284  | 4340   | 2,63E5    | 1,19E6                | 0,8631              | 0,9706           |
| 4 | Avtopoisk.ru 24 когорты |                                                               | 0,46  | 1,22     | 0,415  | 0,438  | 0,098  | 418       | 680                   | 0,6974              | 0,9915           |
| 5 | avtopoisk.ru 15 когорт  |                                                               | 0,48  | 1,25     | 0,468  | 0,491  | 1,125  | 434       | 589                   | 0,7617              | 0,9917           |
| 6 | avito.ru автомобили     |                                                               | 0,53  | 1,26     | —      | —      | —      | 217       | 1290                  | 0,7542              | 0,9990           |
| 7 | avito.ru недвижимость   |                                                               | 0,55  | 1,37     | —      | —      | —      | 1010      | 1860                  | 0,8259              | 0,9918           |
| 8 | Credit Suisse           | ∞                                                             | 0,91  | 1,4      | —      | —      | —      | 60,8      | —                     | 0,8384              | 0,9271           |
| 9 | Невязка 4 и 5 строк     | —                                                             | 4,2%  | 2,4%     | 11,21% | 10,85% | 91,31% | 3,7%      | 14,33%                | —                   | —                |

<sup>1</sup> Принято по данным Росстат, но вычисление коэффициента фондов по опубликованной Росстат ЭСО невозможно.

Второй показатель общей энтропии равен:

$$GE(2) = \frac{1}{2n\bar{x}^2} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x}), \quad (4)$$

Как видно из строки 9 табл. 2, при изменении квантования одних и тех же данных avtopoisk.ru показатели общей энтропии существенно изменяются (строка 9 табл. 2). Таким образом, можно сделать вывод, что показатели общей энтропии зависят от способа квантования исходных данных в значительно большей степени, чем все остальные рассмотренные индексы неравенства и не удовлетворяют седьмому принципу измерения неравенства.

### 3.5. Сравнение индексов неравенства

Выполним сравнения значений различных индексов неравенства (см. табл. 2).

Итак, ни один из рассмотренных индексов, а именно индекс Джини, показатель Парето, нулевой, первый и второй показатели общей энтропии и децильный коэффициент (см. табл. 2 столбцы 3...8), не соответствует перечисленным принципам измерения неравенства, причем несоответствие касается важнейших моментов — независимости от квантования, работоспособности при недостаточных данных о заполнении верхних когорт и даже возможности количественного представления неравенства. Есть ли альтернативы?

### 3.6. Отношение максимального дохода к модальному

В работе [3] М.Б. Лощинным в качестве простейшего критерия неравенства, не подверженного недостаткам, характерным для индекса Джини и децильного коэффициента, предлагается кратность неравенства. Очевиднейшим и простейшим критерием кратности неравенства могло бы стать отношение максимального дохода к минимальному, если бы последний не был нулевым.

Чуть более сложный критерий — отношение максимального дохода к среднеарифметическому — уже вполне вычислим, но его применение означает игнорирование данных о большинстве населения, ведь в силу логнормального характера распределения населения по доходам у большинства людей доход ниже среднеарифметического и наибольшая плотность распределения (мода) приходится на доход существенно ниже среднего.

К примеру, по данным avito.ru [15] модальная цена объекта недвижимости втрое ниже среднеарифметической, а по данным того же сайта о ценах на автомобили [14] модальная цена машины в восемь раз меньше среднеарифметической.

Поэтому представляется целесообразным рассмотреть немного более сложный индекс неравенства — отношение максимального дохода к модальному (далее  $I_{\max/\text{mod}}$ ). Этот критерий прост для вычисления, нагляден, характеризует наиболее распространённую ситуацию с доходами (по определению моды) и безусловно работоспособен при недостаточных данных о заполнении верхних когорт (при частично искаженной информации о доходах богатых субъектов). Его вычисление, очевидно, требует данных о максимальном доходе, но это требование не представляется чрезмерным — без сведений, хотя бы приближительных, о доходах богатейших членов общества изучать неравенство не представляется возможным в любом случае.

Но нахождение модального дохода не представляет затруднений только если в распоряжении исследователя находятся «сырые» неквантованные данные — в таком случае достаточно подробное квантование на равномерной шкале позволит определить положение моды с любой наперед заданной точностью. Однако в настоящей работе

рассматриваются более близкие к реальности ситуации, когда исследованию подлежат уже квантованные (причём на произвольной шкале) данные.

В случае неравномерного квантования максимум населения, приходящийся на данную конкретную когорту, вовсе не говорит о том, что именно эта когорта соответствует модальному доходу — возможно причина в том, что эта когорта просто очень широка.

Поэтому единственный корректный способ определения положения моды в данных, представленных на неравномерных шкалах — это переход к плотностям вероятностей. Практически это означает, что количество людей, приходящихся на каждую доходную когорту, должно быть поделено на ширину когорты в рублях. Модальный доход предлагается считать равным среднему арифметическому левой и правой границ когорты, характеризующейся наибольшей плотностью вероятности.

Проиллюстрируем эту методику на примере данных о ценах на подержанные автомобили с сайта avtopoisk.ru, квантованных на 15 и 24 когорты [13] с использованием в обоих случаях неравномерных шкал (табл. 3).

В табл. 3 строки, соответствующие модам (т.е. когортам с наибольшей плотностью вероятности), выделены жирным шрифтом. Вычисление модальной цены автомобиля как среднеарифметического между правой и левой границами соответствующих когорт, при квантовании на 24 когорты даёт  $0,5 \times (321726 + 492585) = 407155$  руб., а при квантовании на 8 когорт —  $0,5 \times (310001 + 630000) = 470000$  руб.

Для остальных исходных данных из табл. 1 (кроме данных Credit Swiss, для которых в силу особенностей их представления вычисление моды невозможно, точнее она приходится на точку 0) модальные значения были вычислены по

К определению модальной цены автомобиля

| №  | Левая граница когорты, руб. | Правая граница когорты, руб. | Ширина когорты, руб. | Кол-во машин, шт. | Плотность распределения, шт./руб. | Левая граница когорты, руб. | Правая граница когорты, руб. | Ширина когорты, руб. | Кол-во машин, шт. | Плотность распределения, шт./руб. |
|----|-----------------------------|------------------------------|----------------------|-------------------|-----------------------------------|-----------------------------|------------------------------|----------------------|-------------------|-----------------------------------|
| 1  | 0                           | 10000                        | 10000                | 420               | 0,04                              | 0                           | 10000                        | 10000                | 457               | 0,05                              |
| 2  | 10001                       | 25001                        | 15000                | 1079              | 0,07                              | 10001                       | 30000                        | 20000                | 1798              | 0,09                              |
| 3  | 25002                       | 47502                        | 22500                | 3164              | 0,14                              | 30001                       | 70000                        | 40000                | 6527              | 0,16                              |
| 4  | 47503                       | 81253                        | 33750                | 5977              | 0,18                              | 70001                       | 150000                       | 80000                | 15781             | 0,20                              |
| 5  | 81254                       | 131879                       | 50625                | 9700              | 0,19                              | 150001                      | 310000                       | 160000               | 41976             | 0,26                              |
| 6  | 131880                      | 207818                       | 75938                | 17833             | 0,23                              | <b>310001</b>               | <b>630000</b>                | <b>320000</b>        | <b>88603</b>      | <b>0,28</b>                       |
| 7  | 207819                      | 321725                       | 113906               | 30833             | 0,27                              | 630001                      | 1270000                      | 640000               | 61261             | 0,10                              |
| 8  | <b>321726</b>               | <b>492585</b>                | <b>170859</b>        | <b>51087</b>      | <b>0,30</b>                       | 1270001                     | 2550000                      | 1280000              | 22444             | 0,02                              |
| 9  | 492586                      | 748875                       | 256289               | 62218             | 0,24                              | 2550001                     | 5110000                      | 2560000              | 7501              | 2,93E-03                          |
| 10 | 748876                      | 1133310                      | 384434               | 45779             | 0,12                              | 5110001                     | 10230000                     | 5120000              | 1749              | 3,42E-04                          |
| 11 | 1133311                     | 1709961                      | 576650               | 30858             | 0,05                              | 10230001                    | 20470000                     | 10240000             | 303               | 2,96E-05                          |
| 12 | 1709962                     | 2574938                      | 864976               | 9452              | 0,01                              | 20470001                    | 40950000                     | 20480000             | 21                | 1,03E-06                          |
| 13 | 2574939                     | 3872402                      | 1297463              | 4847              | 3,74E-03                          | 40950001                    | 81910000                     | 40960000             | 8                 | 1,95E-07                          |
| 14 | 3872403                     | 5818598                      | 1946195              | 2484              | 1,28E-03                          | 81910001                    | 1,64E+08                     | 81920000             | 3                 | 3,66E-08                          |
| 15 | 5818599                     | 8737892                      | 2919293              | 968               | 3,32E-04                          | 1,64E+08                    | 3,28E+08                     | 1,64E+08             | 1                 | 6,10E-09                          |
| 16 | 8737893                     | 13116832                     | 4378939              | 458               | 1,05E-04                          | —                           | —                            | —                    | —                 | —                                 |
| 17 | 13116833                    | 19685241                     | 6568408              | 154               | 2,34E-05                          | —                           | —                            | —                    | —                 | —                                 |
| 18 | 19685242                    | 29537855                     | 9852613              | 30                | 3,04E-06                          | —                           | —                            | —                    | —                 | —                                 |
| 19 | 29537856                    | 44316774                     | 14778919             | 11                | 7,44E-07                          | —                           | —                            | —                    | —                 | —                                 |
| 20 | 44316775                    | 66485154                     | 22168378             | 7                 | 3,16E-07                          | —                           | —                            | —                    | —                 | —                                 |
| 21 | 66485155                    | 99737722                     | 33252567             | 1                 | 3,01E-08                          | —                           | —                            | —                    | —                 | —                                 |
| 22 | 99737723                    | 1,5E+08                      | 49878851             | 2                 | 4,01E-08                          | —                           | —                            | —                    | —                 | —                                 |
| 23 | 1,5E+08                     | 2,24E+08                     | 74818276             | 0                 | 0                                 | —                           | —                            | —                    | —                 | —                                 |
| 24 | 2,24E+08                    | 3,37E+08                     | 1,12E+08             | 1                 | 8,91E-09                          | —                           | —                            | —                    | —                 | —                                 |

той же методике. Затем для всех этих массивов данных были вычислены индексы неравенства  $I_{\max/\text{mod}}$ , значения последних приведены в табл. 2.

Данные табл. 2 показывают, что  $I_{\max/\text{mod}}$ , несмотря на свою примитивность, соответствует всем перечисленным выше принципам измерения неравенства, кроме седьмого — он различает то, что не различается. При изменении квантования одних и тех же данных avtopoisk.ru индекс  $I_{\max/\text{mod}}$  существенно изменяется (строка 9 табл. 2) — это связано с погрешностями при определении моды в случае достаточно грубого квантования.

В целом  $I_{\max/\text{mod}}$  может быть рекомендован для наглядного, но грубого описания уровня неравенства в обществе.

### 3.7. Интенсивность экспоненциального распределения

Для ответа на вопрос об альтернативных индексах неравенства необходимо рас-

смотреть характер кривых, аппроксимирующих распределение населения по уровню доходов.

Общепринятой считается логнормальная аппроксимация ЭСО [25,26], однако реальное неравенство настолько глубоко, что левой (восходящей) ветвью логнормального распределения можно пренебречь.

Для иллюстрации этого тезиса приведём полигон относительных частот для цен подержанных автомобилей (рис. 1).

При росте неравенства с некоторого момента распределение населения по доходам описывается уже не логнормальной, а степенной функцией (распределением Парето, рассмотренным в п. 3.2), либо

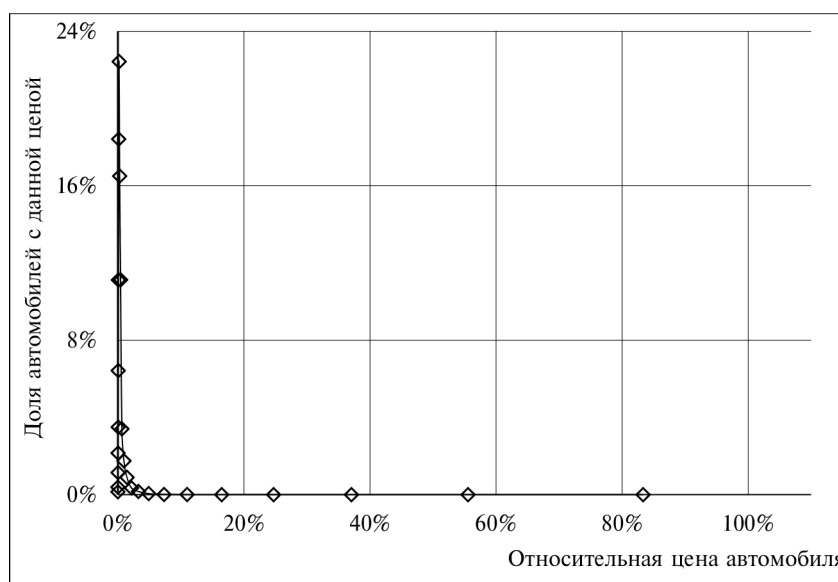


Рис. 1. Полигоны частот распределения цен на автомобили по данным avtopoisk.ru. Квантование на 24 когорты [13].

экспоненциальной, либо их сочетанием.

Аппроксимации ЭСО этими двумя видами кривых широко известны [27, 28], сравним их и мы.

Рассчитаем интенсивность распределения из уравнения экспоненциального распределения

$$F(x) = 1 - e^{-\lambda x}, \quad (5)$$

где  $F(x)$  — значение безразмерной функции распределения населения по уровню дохода;  $x$  — безразмерный доход;  $\lambda$  — интенсивность распределения.

Величину интенсивности распределения  $\lambda$  в уравнении (5) варьировали до тех пор, пока не достигал максимума коэффициент детерминации, характеризующий близость к реальным данным аппроксимирующей кривой, рассчитанной по формуле (5) (см. табл. 2).

Можно видеть, что при экспоненциальной аппроксимации значения  $R^2$  намного ближе к единице, а значит точность экспоненциальной аппроксимации выше, чем степенной.

Если вынести за скобки случай заведомо заниженного неравенства (данные Росстат, строка 1 табл. 2.), то коэффициент детерминации ЭСО экспоненциальной кривой не опускается ниже 0,927, а в некоторых случаях превышает 0,99.

Эти достаточно большие значения  $R^2$  позволяют считать экспоненциальное распределение вполне адекватной аппроксимацией. А коль скоро экспоненциальная кривая в безразмерном виде характеризуется всего одним параметром — интенсивностью распределения, то интенсивность экспоненциального распределения можно использовать в качестве индекса неравенства.

Использование интенсивности распределения позволяет отличить данные Росстат от Росстат + Форбс (строки 1 и 2 табл. 2), т.е. этот индекс нера-

венства чувствителен к ширине диапазона доходов и вполне может использоваться при недостаточных данных о заполнении верхних когорт.

Из недостатков интенсивности распределения можно отметить разве что некоторую её неочевидность и сложность вычисления (последнее не является проблемой при современном развитии компьютерной техники), поэтому для быстрой и наглядной, хотя и более грубой оценки неравенства можно использовать индекс  $I_{\max/\text{mod}}$ .

Кроме того, интенсивность распределения не соответствует пятому принципу измерения неравенства — она неаддитивна. Поэтому в случае необходимости декомпозиции неравенства (но только при доступности «сырых» некантованных данных) целесообразно использовать показатели общей энтропии, включая индекс Тейла.

Во всех же остальных случаях в качестве индекса неравен-

ства лучше предпочесть интенсивность экспоненциального распределения.

### 3.8. Модельные расчеты экспоненциального распределения

Исследуем поведение экспоненциального распределения (5) на модельных примерах, чтобы изучить другие особенности интенсивности экспоненциального распределения. Безразмерный доход  $x$  распределен по экспоненциальному закону.

Моделирование экспоненциального распределения проводилось при значениях коэффициента  $\lambda$  2.43, 6, 10, 60, 434 и 1010. Часть выбранных значений соответствует значениям интенсивности распределения, полученной для реальных данных, используемых в работе. Графики функции распределения представлены на рис. 2

Как можно видеть из рис. 2, при  $\lambda < 10$  значение  $F(1) < 1$ , что говорит о том, что  $F$  перестает быть функцией рас-

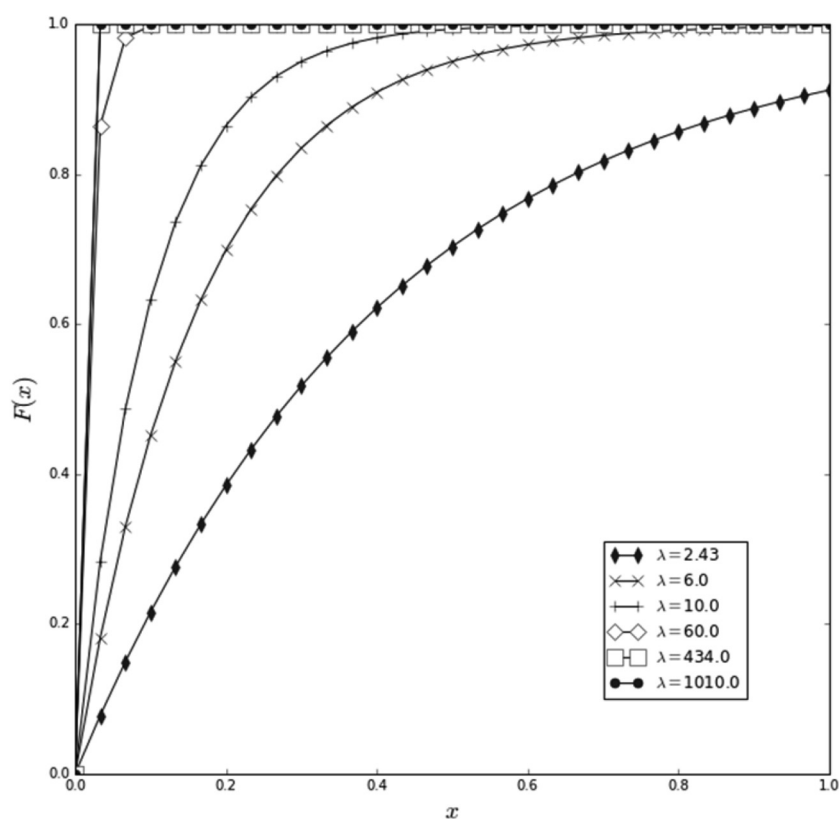


Рис. 2. Функции распределения при различных значениях  $\lambda$ .

пределения, либо о том, что 1 — не максимальный доход для данной выборки и значения максимального дохода не известны.

По результатам моделирования можно сделать два вывода.

Экспоненциальной функцией распределения хорошо описываются только ЭСО с высоким социальным неравенством.

Значения интенсивности экспоненциального распределения может быть использовано как индикатор неполноты данных (при  $\lambda < 10$  мы должны признать, что не располагаем полным описанием ЭСО).

## Выводы

1. Рассмотрены данные о распределении населения России по доходам и имуществу, полученные из различных независимых источников.

2. Показано, что данные существенно неполны и отрывочны — известна ширина диапазона доходов (т.е. доход самого богатого члена общества), но неизвестно наполнение богатых когорт, т.е. часть информации о богатых скрыта. Известно также, что информация о доходах части богатых субъектов искажена в сторону занижения.

3. В условиях неполноты и отрывочности необходимо сопоставлять данные из различных источников, в каждом из которых они квантуются различными способами.

4. Предложены критерии, которым должен соответствовать индекс неравенства:

— возможность вычисления индекса неравенства при произвольном квантовании;

— неизменность значения индекса неравенства при различном квантовании одних и тех же данных, т.е. индекс не должен различать то, что не различается;

— работоспособность индекса неравенства при неполных данных о заполнении богатых когорт, т.е. индекс должен быть чувствителен к ширине диапазона доходов, значение индекса должно изменяться при добавлении к данным о бедных данных о богатых, даже если количество этих богатых ничтожно, индекс должен различать то, что различается.

5. Для восьми распределений населения по доходам и имуществу построены аппроксимации степенной и экспоненциальной функциями, показана большая адекватность экспоненциальной аппроксимации.

6. Для указанных распределений населения вычислены индексы неравенства:

— децильный коэффициент фондов;

— коэффициент Джини;

— показатель Парето;

— показатели общей энтропии (нулевой, первый или индекс Тейла, второй);

— отношение максимального дохода (стоимости имущества) к модальному;

— интенсивность экспоненциального распределения.

7. Показано, что показатель Парето не соответствует принципу Пигу-Дальтона, его значение не связано однозначно с неравенством.

8. Показано, что коэффициенты фондов (децильный, квинтильный и т.п.) невычис-

лимы при произвольном квантовании, а потому непригодны при сопоставлении данных из различных источников, отличающихся квантованием.

9. Показано, что индекс Джини требует абсолютно полных данных о богатых. При неполной информации о заполнении богатых когорт он неработоспособен и не различает то, что различается.

10. Показано, что первые три показателя общей энтропии, а также отношение максимального дохода (имущества) к модальному наиболее сильно из всех рассмотренных критериев неравенства зависят от квантования данных, а потому непригодны при сопоставлении данных из различных источников, отличающихся квантованием.

11. Показано, что интенсивность экспоненциального распределения не обладает перечисленными недостатками — она однозначно больше при большем неравенстве, она вычислима при произвольном квантовании и достаточно слабо от него зависит, она чувствительна к ширине диапазона доходов и не требует абсолютно полных данных о заполнении богатых когорт.

12. Экспоненциальной функцией распределения хорошо описываются ЭСО только с высоким социальным неравенством (интенсивность экспоненциального распределения больше 10).

13. Значения интенсивности экспоненциального распределения может быть использовано как индикатор неполноты данных ( $\lambda < 10$ ).

## Литература

1. Davis H.T. Political statistic. Evanston, Illinois: The Principia Press of Illinois, 1954. 365 с., C. 195. URL: <https://babel.hathitrust.org/cgi/pt?id=mdp.39015065433917;view=1up;seq=386>
2. Osberg L. "On the limitations of some current usages of the Gini Index" Dalhousie University

## References

1. Davis H.T. Political statistic. Evanston, Illinois: The Principia Press of Illinois, 1954. 365 p., P. 195. URL: <https://babel.hathitrust.org/cgi/pt?id=mdp.39015065433917;view=1up;seq=386>
2. Osberg L. "On the limitations of some current usages of the Gini Index" Dalhousie University

Working Paper. April 2016. № 2016-01. URL: <https://www.dal.ca/content/dam/dalhousie/pdf/faculty/science/economics/researcharchives/A%20note%20on%20limitations%20working%20paper.pdf>

3. Лощинин М.Б. Огромное социальное неравенство: общетеоретический и этический аспекты // Экономист. 2012. № 3. С. 30–41.

4. Авторы

5. Федеральная служба государственной статистики. «Россия в цифрах – 2016 г.». «2. 7.6. Денежные доходы и удельный вес расходов в денежных доходах населения (в процентах к общему объему)». URL: [http://www.gks.ru/bgd/regl/b16\\_11/IssWWW.exe/Stg/d01/07-06.doc](http://www.gks.ru/bgd/regl/b16_11/IssWWW.exe/Stg/d01/07-06.doc).

6. Федеральная налоговая служба России. «Отчет о налоговой базе и структуре начислений по налогу на доходы физических лиц за 2015 год, удерживаемому налоговыми агентами по состоянию на 16.01.2017. Раздел II. Суммы доходов физических лиц по данным формы 2-НДФЛ с признаком «1». Раздел III. Сведения о доходах физических лиц (пункт 5 статьи 226, пункт 14 статьи 226.1 НК РФ) по данным формы 2-НДФЛ с признаком «2»». URL: [https://www.nalog.ru/rn77/related\\_activities/statistics\\_and\\_analytics/forms/#t1](https://www.nalog.ru/rn77/related_activities/statistics_and_analytics/forms/#t1)

7. «Информация о методиках расчета показателей, используемых для мониторинга выполнения поручений, содержащихся в Указах Президента Российской Федерации от 07 мая 2012 года № 596-606». П. 42. «Реальные располагаемые денежные доходы населения (процентов)». URL: <http://www.gks.ru/metod/metodika.htm>

8. SAA Finance. «Регистрация компаний. ВНЖ&ПМЖ&Гражданства». URL: <http://saa-finance.com>

9. 200 богатейших бизнесменов России. Форбс. 2015. URL: [http://www.forbes.ru/rating/200-bogateishikh-biznesmenov-rossii-2015/2015#all\\_rating](http://www.forbes.ru/rating/200-bogateishikh-biznesmenov-rossii-2015/2015#all_rating).

10. Федеральная налоговая служба России. «Отчет о декларировании доходов физическими лицами. Раздел 1». 2015. URL: [https://www.nalog.ru/rn77/related\\_activities/statistics\\_and\\_analytics/forms/#t1](https://www.nalog.ru/rn77/related_activities/statistics_and_analytics/forms/#t1)

11. Федеральная служба государственной статистики. «Россия в цифрах – 2016 г.». «7.9. Распределение населения по величине среднедушевых денежных доходов (в процентах к итогу)». URL: [http://www.gks.ru/bgd/regl/b16\\_11/Main.htm](http://www.gks.ru/bgd/regl/b16_11/Main.htm).

12. Credit Suisse Research Institute. Global wealth databook 2016. <http://publications.credit-suisse.com/tasks/render/file/index.cfm?fileid=AD6F2B43-B17B-345E-E20A1A254A3E24A5>. «Table 6-5: Wealth shares and minimum wealth of deciles and top percentiles for regions and selected countries, 2016»

13. «Купить б/у авто с пробегом в России.» URL: <http://www.avtopoisk.ru/car?priceCurrency=RUR&state=all&sort=d&sortd=d>

ty Working Paper. April 2016. No. 2016-01. URL: <https://www.dal.ca/content/dam/dalhousie/pdf/faculty/science/economics/researcharchives/A note on limitations working paper.pdf>

3. Loshchinin M.B. Ogromnoye sotsial'noye neravenstvo: obshcheteoreticheskiy i eticheskiy aspekty. Ekonomist. 2012. No.3. P. 30–41. (In Russ.)

4. The Authors

5. Federal'naya sluzhba gosudarstvennoy statistiki. «Rossiya v tsifrakh – 2016 g.». «2. 7.6. Denezhnyye dokhody i udel'nyy ves raskhodov v denezhnykh dokhodakh naseleniya (v protsentakh k obshchemu ob'yemu)». URL: [http://www.gks.ru/bgd/regl/b16\\_11/IssWWW.exe/Stg/d01/07-06.doc](http://www.gks.ru/bgd/regl/b16_11/IssWWW.exe/Stg/d01/07-06.doc). (In Russ.)

6. Federal'naya nalogovaya sluzhba Rossii. «Otchet o nalogovoy baze i strukture nachisleniy po nalogu na dokhody fizicheskikh lits za 2015 god, uderzhivayemomu nalogovymi agentami po sostoyaniyu na 16.01.2017. Razdel II. Summy dokhodov fizicheskikh lits po dannym formy 2-NDFL s priznakom «1». Razdel III. Svedeniya o dokhodakh fizicheskikh lits (punkt 5 stat'i 226, punkt 14 stat'i 226.1 NK RF) po dannym formy 2-NDFL s priznakom «2»». URL: [https://www.nalog.ru/rn77/related\\_activities/statistics\\_and\\_analytics/forms/#t1](https://www.nalog.ru/rn77/related_activities/statistics_and_analytics/forms/#t1) (In Russ.)

7. «Informatsiya o metodikakh rascheta pokazateley, ispol'zuyemykh dlya monitoringa vypolneniya porucheniy, soderzhashchikhsya v Ukazakh Prezidenta Rossiyskoy Federatsii ot 07 maya 2012 goda No. 596-606». P. 42. «Real'nyye raspolagayemyye denezhnyye dokhody naseleniya (protsentov)». URL: <http://www.gks.ru/metod/metodika.htm> (In Russ.)

8. SAA Finance. «Registratsiya kompaniy. VN-ZH&PMZH&Grazhdanstva». URL: <http://saa-finance.com> (In Russ.)

9. 200 bogateyshikh biznesmenov Rossii. Forbs. 2015. URL: [http://www.forbes.ru/rating/200-bogateishikh-biznesmenov-rossii-2015/2015#all\\_rating](http://www.forbes.ru/rating/200-bogateishikh-biznesmenov-rossii-2015/2015#all_rating). (In Russ.)

10. Federal'naya nalogovaya sluzhba Rossii. «Otchet o deklarirovanii dokhodov fizicheskimi litsami. Razdel 1». 2015. URL: [https://www.nalog.ru/rn77/related\\_activities/statistics\\_and\\_analytics/forms/#t1](https://www.nalog.ru/rn77/related_activities/statistics_and_analytics/forms/#t1) (In Russ.)

11. Federal'naya sluzhba gosudarstvennoy statistiki. «Rossiya v tsifrakh – 2016 g.». «7.9. Raspredeleniye naseleniya po velichine srednedushevykh denezhnykh dokhodov (v protsentakh k itogu)». URL: [http://www.gks.ru/bgd/regl/b16\\_11/Main.htm](http://www.gks.ru/bgd/regl/b16_11/Main.htm). (In Russ.)

12. Credit Suisse Research Institute. Global wealth databook 2016. <http://publications.credit-suisse.com/tasks/render/file/index.cfm?fileid=AD6F2B43-B17B-345E-E20A1A254A3E24A5>. «Table 6-5: Wealth shares and minimum wealth of deciles and top percentiles for regions and selected countries, 2016»

13. «Kupit' b/u avto s probegom v Rossii.» URL: <http://www.avtopoisk.ru/car?priceCurrency=RUR&state=all&sort=d&sortd=d> (In Russ.)

14. Avito. «Все объявления в России / Транспорт / Автомобили» URL: <https://www.avito.ru/rossiya/avtomobili#/>
15. Avito. «Все объявления в России / Недвижимость / Квартиры / Продам». URL: <https://www.avito.ru/rossiya/kvartiry/prodam?s=101>
16. Лукьянова А.Л. Динамика и структура неравенства по заработной плате (1998— 2005 гг.): Препринт WP3/2007/06. М.: ГУ ВШЭ, 2007. 68 с. URL: <https://www.hse.ru/pubs/share/direct/document/78807205>.
17. Кислицына О.А. Неравенство в распределении доходов и здоровья в современной России. М.: РИЦ ИСЭПН. 2005. 376 с. С. 37. URL: <http://kislitsyna.ru/data/files/inequality/Glava2.pdf>
18. Coudouel A., Hentschel J., Wodon Q. «Poverty Measurement and Analysis» World Bank, April 2002, Приложение А — Измерение и анализ бедности. Технические примечания. URL: <http://mpr.ub.uni-muenchen.de/10492/>
19. Ошечков А. Ю. Неравенство в заработках: роль профессий: препринт WP3/2011/03 М.: Изд. дом Высшей школы экономики, 2011. 84 с., с.16. URL: <https://www.hse.ru/pubs/share/direct/document/64660294>
20. Ниворожкина Л.И., Арженовский С.В., Сафарова Л.А. Статистическое оценивание уровня неравенства и бедности российских домохозяйств (альтернативный подход на основе декомпозиции коэффициента Джини) // Учет и статистика. 2007. № 2 (10). С. 155-163. URL: <https://cyberleninka.ru/article/v/statisticheskoe-otsenivanie-urovnya-neravenstva-i-bednosti-rossiyskih-domohozyaystv-alternativnyy-podhod-na-osnove-dekompozitsii>
21. Mussard S., Alperin M. N., Seyte F., Terraza M. Extensions of Dagum's Gini decomposition. International Conference in Memory of Two Eminent Social Scientists: C. Gini and M. O. Lorenz. Their impact in the XX-th century development of probability, statistics and economics. February 2005. URL: [https://www.researchgate.net/publication/24130333\\_Extensions\\_of\\_Dagum's\\_Gini\\_decomposition](https://www.researchgate.net/publication/24130333_Extensions_of_Dagum's_Gini_decomposition)
22. Kaya E., Semesen U. Gini Decomposition by Gender : Turkish Case // Brussels Economic Review, ULB -- Universite Libre de Bruxelles, 2010. T. 53(1). С. 59-83. URL: [https://www.researchgate.net/publication/227380595\\_Gini\\_Decomposition\\_by\\_Gender\\_Turkish\\_Case](https://www.researchgate.net/publication/227380595_Gini_Decomposition_by_Gender_Turkish_Case)
23. Никитин А.П., Чернавская О.Д., Чернавский Д.С. Распределение Парето в динамических системах, находящихся в шумовом поле. РАН. Труды Института общей физики им. А.Н. Прохорова. 2009. Т. 65. С. 107-123.
24. Ишханян М.В., Карпенко Н.В. Эконометрика. Часть 1. Парная регрессия: Учебное пособие. М.: МГУПС (МИИТ), 2016. 117 с. С. 14. URL: <http://ml.mii-ief.ru/Методическая%20литература%20кафедры%20Математика/Ишханян%20>
14. Avito. «Vse ob'yavleniya v Rossii / Transport / Avtomobili» URL: <https://www.avito.ru/rossiya/avtomobili#/> (In Russ.)
15. Avito. «Vse ob'yavleniya v Rossii / Nedvizhimost' / Kvartiry / Prodam». URL: <https://www.avito.ru/rossiya/kvartiry/prodam?s=101> (In Russ.)
16. Luk'yanova A.L. Dinamika i struktura neravenstva po zarabotnoy plate (1998— 2005 gg.): Preprint WP3/2007/06. Moscow: GU VSH • E, 2007. 68 P. URL: <https://www.hse.ru/pubs/share/direct/document/78807205>. (In Russ.)
17. Kislitsyna O.A. Neravenstvo v raspredelenii dokhodov i zdorov'ya v sovremennoy Rossii. Moscow: RITS IS • EPN. 2005. 376 P. P. 37. URL: <http://kislitsyna.ru/data/files/inequality/Glava2.pdf> (In Russ.)
18. Coudouel A., Hentschel J., Wodon Q. «Poverty Measurement and Analysis» World Bank, April 2002, Prilozheniye A — Izmereniye i analiz bednosti. Tekhnicheskiye primechaniya. URL: <http://mpr.ub.uni-muenchen.de/10492/>
19. Oshchepkov A. YU. Neravenstvo v zarabotkakh: rol' professiy: preprint WP3/2011/03 Moscow: Izd. dom Vysshey shkoly ekonomiki, 2011. 84 p., P.16. URL: <https://www.hse.ru/pubs/share/direct/document/64660294> (In Russ.)
20. Nivorozhkina L.I., Arzhenovskiy S.V., Safarova L.A. Statisticheskoye otsenivaniye urovnya neravenstva i bednosti rossiyskikh domokhozyaystv (al'ternativnyy podkhod na osnove dekompozitsii koeffitsiyenta Dzhini). Uchet i statistika. 2007. No. 2 (10). P. 155-163. URL: <https://cyberleninka.ru/article/v/statisticheskoe-otsenivanie-urovnya-neravenstva-i-bednosti-rossiyskih-domohozyaystv-alternativnyy-podhod-na-osnove-dekompozitsii> (In Russ.)
21. Mussard S., Alperin M. N., Seyte F., Terraza M. Extensions of Dagum's Gini decomposition. International Conference in Memory of Two Eminent Social Scientists: C. Gini and M. O. Lorenz. Their impact in the XX-th century development of probability, statistics and economics. February 2005. URL: [https://www.researchgate.net/publication/24130333\\_Extensions\\_of\\_Dagum's\\_Gini\\_decomposition](https://www.researchgate.net/publication/24130333_Extensions_of_Dagum's_Gini_decomposition)
22. Kaya E., Semesen U. Gini Decomposition by Gender : Turkish Case // Brussels Economic Review, ULB -- Universite Libre de Bruxelles, 2010. T. 53(1). P. 59-83. URL: [https://www.researchgate.net/publication/227380595\\_Gini\\_Decomposition\\_by\\_Gender\\_Turkish\\_Case](https://www.researchgate.net/publication/227380595_Gini_Decomposition_by_Gender_Turkish_Case)
23. Nikitin A.P., Chernavskaya O.D., Chernavskiy D.S. Raspredeleniye Pareto v dinamicheskikh sistemakh, nakhodyashchikhsya v sh • chmovom pole. RAN. Trudy Instituta obshchey fiziki im. A.N. Prokhorova. 2009. Vol. 65. P. 107-123. (In Russ.)
24. Ishkhanyan M.V., Karpenko N.V. Ekonometrika. CHast' 1. Parnaya regressiya: Uchebnoye posobiye. Moscow: MGUPS (MIIT), 2016. 117 P. P. 14. URL: <http://ml.mii-ief.ru/Metodicheskaya%20literatura%20kafedry%20Matematika/Ishkhanyan%20>

МВ,%20Карпенко%20НВ%20Эконометрика%20Часть%201%20Парная%20регрессия.pdf

25. Пирс Д. У. Общ. ред. Словарь современной экономической теории Макмиллана. М.: ИНФРА-М, 2003. 608 с. С. 297

26. Радаев В.В. Экономическая социология. Курс лекций. М.: Аспект Пресс, 1997. 368 с. С. 230

27. Романовский М.Ю., Романовский Ю.М. Введение в эконофизику: статистические и динамические модели. Изд.2-е, испр. и доп. М.-Ижевск: Институт компьютерных исследований, 2012. 340 с.

28. Banerjee A., Yakovenko V. M., Di Matteo T. A study of the personal income distribution in Australia. Physica A: Statistical Mechanics and its Applications. Physica A 370 (2006) С. 54–59. URL: <http://www2.physics.umd.edu/~yakovenk/papers/PhysicaA-370-54-2006.pdf>

Karpenko NV Ekonometrika CHast' 1 Parnaya regressiya.pdf (In Russ.)

25. Pirs D. U. Obshch. red. Slovar' sovremennoy ekonomicheskoy teorii Makmillana. Moscow: INFRA-M, 2003. 608 P. P. 297 (In Russ.)

26. Radayev V.V. Ekonomicheskaya sotsiologiya. Kurs lektsiy. Moscow: Aspekt Press, 1997. 368 P. P. 230 (In Russ.)

27. Romanovskiy M.YU., Romanovskiy YU.M. Vvedeniye v ekonofiziku: statisticheskiye i dinamicheskkiye modeli. Ed.2nd. Moscow-Izhevsk: Institut komp'yuternykh issledovaniy, 2012. 340 p. (In Russ.)

28. Banerjee A., Yakovenko V. M., Di Matteo T. A study of the personal income distribution in Australia. Physica A: Statistical Mechanics and its Applications. Physica A 370 (2006) P. 54–59. URL: <http://www2.physics.umd.edu/~yakovenk/papers/PhysicaA-370-54-2006.pdf> (In Russ.)

#### Сведения об авторах

**Виктор Анатольевич Капитанов**

К.т.н, ведущий специалист,  
Бюро инновационных разработок,  
Научно-технический отдел  
АО «НИИ «Полюс» им. М.Ф. Стельмаха»,  
Москва, Россия  
Эл. почта: [kapitanov\\_v\\_a@mail.ru](mailto:kapitanov_v_a@mail.ru)

**Анна Александровна Иванова**

К.т.н, в.н.с.  
Институт прикладной математики и механики,  
Донецк  
Эл. почта: [ivanova.iamm@mail.ru](mailto:ivanova.iamm@mail.ru)

**Александра Юрьевна Максимова**

К.т.н., ученый секретарь  
Институт прикладной математики и механики,  
Донецк  
Эл. почта: [maximova.alexandra@mail.ru](mailto:maximova.alexandra@mail.ru)

#### Information about the authors

**Viktor A. Kapitanov**

Cand. Sci. (Engineering), Leading Specialist, Bureau  
of Innovation Development, Scientific and Technical  
Department  
Stelmakh Research Institute «Polyus»,  
Moscow, Russia  
E-mail: [kapitanov\\_v\\_a@mail.ru](mailto:kapitanov_v_a@mail.ru)

**Anna A. Ivanova**

Cand. Sci. (Engineering), Leading Researcher  
Institute of Applied Mathematics and Mechanics,  
Donetsk  
E-mail: [ivanova.iamm@mail.ru](mailto:ivanova.iamm@mail.ru)

**Aleksandra Y. Maksimova**

Cand. Sci. (Engineering), Scientific Secretary  
Institute of Applied Mathematics and Mechanics,  
Donetsk  
E-mail: [maximova.alexandra@mail.ru](mailto:maximova.alexandra@mail.ru)

## Оценка готовности российского высшего образования к цифровой экономике

**Цель** исследования заключается в оценке готовности российской высшей школы к переходу на цифровой уровень методической и образовательной деятельности с использованием результатов статистических обследований. Курс на цифровую экономику становится определяющим в развитии российского образования и охватывает все его ступени. В рамках государственной программы «Развитие образования» реализуется проект «Современная цифровая образовательная среда», для среднего образования разрабатывается проект «Цифровая школа», а в программе развития цифровой экономики выделено отдельное направление «Образование и кадры». Цифровизация образования становится следующим за информатизацией этапом в технологическом развитии образования, необходимо оценить текущий уровень информатизации высшей школы.

**Материалы и методы исследования.** В основе представленного исследования оценки готовности российского высшего образования к цифровой экономике лежит методология, предложенная Мировым банком, которая включает оценку по пяти группам показателей: применение информационных технологий в учебном процессе; подготовка педагогических кадров к использованию информационных технологий в образовании; информатизация управления образованием; информационная инфраструктура высшего образования; нормативно-правовое обеспечение цифровизации образования. Методика всемирного банка, главным образом, направлена на интерпретацию и комбинацию отдельных результатов статистических исследований, так как комплексное статистическое обследование цифровизации образования еще не проводится. Фактологическую основу исследования составляют данные официальной статистики и вузов. **Результаты,** с одной стороны указывают на высокий уровень обеспечения вузов персональными компьютерами и доступом к интернету, а с другой на недостаток автоматизации административных и учебных процессов вуза. Несмотря на постоянное развитие технологий и появление новых образовательных веб-сервисов, а также многолетнюю государственную политику по формированию информационного образовательного пространства, его потенциал вузами задействован частично. Только треть студентов вузов обучаются с использованием

электронного обучения или дистанционных образовательных технологий. При этом большая часть образовательных услуг доступных слушателям онлайн предоставляется негосударственными образовательными учреждениями. В целом доля онлайн обучения на рынке образовательных услуг невелика и составляет 1,8% для программ высшего образования и 6,7% для дополнительного профессионального образования. 82% студентов, обучающихся по программам с исключительным применением электронного обучения, являются студентами негосударственных вузов. Использование технологий даже в формате смешанного обучения помимо ИТ-инфраструктуры требует соответствующей подготовки преподавателей и студентов. Подготовка преподавателей к использованию ИТ в образовании, включающая обучение непосредственно работе с самими ИТ, должна быть дополнена обучением методической работе в информационном образовательном пространстве.

**Заключение.** Проведенное исследование показывает, что в российской системе образования создан необходимый задел по созданию ИТ-инфраструктуры, нормативно-правовому обеспечению, лучших практик в области применения ИТ в учебном процессе, который должен стать основой для участия российских вузов в цифровой экономике. Отличия информационных технологий (ИТ) от цифровых неочевидны, во многом эти понятия являются тождественными, различия возникают при рассмотрении совокупности задействованных информационных технологий и ресурсов. Цифровизация предполагает, что в информационном обеспечении задействован практически весь объем вычислительных устройств, в том числе потребителей, которые, например, устанавливают мобильные приложения для того, чтобы воспользоваться услугами. Вовлечение большого числа устройств с возможностью подключения к интернету позволяет организовать сбор и обработку большого объема цифровых данных. Основу цифровизации составляет созданная ИТ-инфраструктура и степень информатизации в учебных учреждениях.

**Ключевые слова:** цифровая экономика, информационное общество, электронное обучение, цифровизация

Natalia V. Dneprovskaya

Plekhanov Russian University of economics, Moscow, Russia

## Assessment of the readiness of the russian higher education for the digital economy

**The purpose** of the study is to assess the readiness of the Russian higher education system to move to the digital level based on the statistical researches of education. The way to the digital economy becomes decisive in the development of Russian education and covers all its stages. Within the framework of the state program "Education development" the project "Modern Digital Educational Environment" is being realized, for the secondary education the "Digital School" project is being developed, and in the program of development of the digital economy a separate direction "Personnel and Education" is emphasized. Digitalization of education becomes the next stage after the informatization stage in the technological development of education. It is necessary to assess the current level of informatization of higher education.

**Materials and methods of research.** The presented study of the assessment of the readiness of Russian higher education to the digital economy is based on the methodology, proposed by the World Bank, which includes an assessment of five groups of indicators: the use of information technology in the learning process; training of teaching staff for the use of information technology in education; informatization of education management; information infrastructure of higher education; normative and legal support of the digitalization of education. The methodology includes the combination and interpretation of the different statistical data because the appropriate study of digitalization of education requires the specific approach. The factual basis of the research is the data of official statistics and universities.

Публикация подготовлена в рамках проекта поддержанного грантом Президента Российской Федерации по государственной поддержке ведущих научных школ № НШ-5449.2018.6 «Исследование цифровой трансформации экономики».

**The results**, on the one hand, indicate a high level of provision of universities with personal computers and access to the Internet, and on the other hand, a lack of automation of the administrative and educational processes of the university. Despite the constant development of technologies and the emergence of new educational web tools, and a multi-year state policy on the information educational space formation, its potential is partly used by universities. Only one third of university students are trained using e-learning or distance education technologies. At the same time, non-state educational institutions provide most of the educational services available to online listeners. In general, the share of online education in the market of educational services is low and is 1.8% for higher education programs and 6.7% for additional professional education. 82% of students, enrolled in programs with exclusive use of e-learning are students of non-state universities. The use of technology, even in the form of blended learning, in addition to the corresponding IT infrastructure, requires the appropriate training of lecturers and students. The training of lecturers in the use of IT in education, including training directly to work with IT, should be supplemented by teaching methodical work in the information educational space.

**Conclusion.** The study shows that the Russian education system has created the necessary reserve for the creation of IT infrastructure, regulatory support, and best practices in the field of IT application in the educational process, which should become the basis for the participation of Russian universities in the digital economy. At the same time, the differences between information technologies (IT) and digital are not obvious, in many respects, these concepts are identical, differences arise when considering the totality of the information technologies and resources involved. Digitalization assumes that practically all the computing devices are involved in information support, including consumers, who, for example, install mobile applications in order to use the services. Involving a large number of devices with the ability to connect to the Internet allows you to organize the collection and processing of a large amount of digital data. The basis of digitalization is the created IT infrastructure and the degree of informatization in educational institutions.

**Keywords:** digital economy, information society, e-learning, digitalization

## Введение

Мировой тенденцией социально-экономического развития последних нескольких лет стал курс на формирование цифровой экономики. Потенциал цифровой экономики во многом связывают с результатами создания и развития информационного общества. Движение многих стран в сторону цифровой экономики происходит почти одновременно [9], в то время как вступление стран на путь информационного развития происходило в разное время, что определило существенные различия в уровне их информатизации [10]. Тем не менее независимо от срока принятия государственной политики в области информационного общества, перспективы цифровой экономики обещают достижение новых экономических эффектов за счет использования существующей инфраструктуры, включая ее вычислительные мощности, линии коммуникации и контент, а именно данные в цифровой форме.

Дальнейшее развитие информационного общества прочно связывают с цифровой экономикой, что отражено в Стратегии развития информационного общества на 2017–2030 гг. В течение года с момента утверждения Президентом РФ Стратегии (9 мая

2017 г.) Правительством РФ была утверждена программа развития цифровой экономики (28 июля 2018 г.), а также приняты планы мероприятий по реализации ее направлений (январь-февраль 2018 г.). В состав пяти направлений программы «Цифровая экономика» входит направление «Кадры и образование». В рамках данного направления поставлены задачи, главным образом по подготовке кадров, отвечающих требованиям развития цифровой экономики и владеющих цифровыми компетенциями.

Безусловно, система подготовки кадров для цифровой экономики является основным источником ее развития, а именно подготовки специалистов, которые будут создавать и применять алгоритмы обработки цифровых данных в различных сферах экономики, создавать высокотехнологичные товары и услуги, внедрять инновации [15]. Несмотря на существование развитой системы высшего и профессионального образования для достижения целей цифровой экономики созданы новые образовательные проекты. Например, «Университет 20.35» должен обеспечить подготовку кадров для цифровой экономики. При этом «Университет 20.35» не нуждается в лицензировании и государственной аккредитации своих программ. Создаваемые образовательные и исследовательские структуры принципиально отличаются от государственных университетов с точки зрения управления ими и образовательных программ. Еще одним примером служит Московская школа управления Сколково и их образовательная программа «Школа ректоров». Приведенные примеры являются скорее исключением не только в ряду государственных, но и негосударственных образовательных учреждений. Система высшего образования в России в основном представлена государственными вузами, участие частных негосударственных университетов в подготовке кадров сокращается, за последние пять лет сократилась в четыре раза.

Роль высшей школы состоит в том, чтобы обеспечить цифровую экономику соответствующими образовательными и исследовательскими программами и кадрами. В противном случае образовательные и исследовательские задачи цифровой экономики перейдут в частный сектор, в лучшем случае к российским негосударственным организациям, а в худшем к зарубежным провайдерам и цифровым образовательным платформам.

Задача представленного исследования заключается в том,

чтобы на основе современных методов и результатов статистических обследований оценить готовность высшего образования России к развитию цифровой экономики. В России на протяжении последних двадцати лет уделяется большое внимание информатизации как самого учебного процесса, так и управления им. Разработан ряд методов статистических обследований информатизации высшего образования [13]. Однако остается открытым вопрос о том, насколько удалось накопить необходимый потенциал для генерации импульса к развитию цифровой экономики.

В основе представленного исследования оценки готовности российского высшего образования к цифровой экономике лежит методология, предложенная Мировым банком [37]. Данная методология была адаптирована для оценки готовности России к цифровой экономике и прошла обсуждение в экспертном сообществе при Аналитическом центре при Правительстве РФ [4]. В предлагаемой методологии оценка готовности образования к цифровой экономике происходит по следующим группам показателей:

- применение информационных технологий в учебном процессе;
- подготовка педагогических кадров к использованию информационных технологий в образовании;
- информатизация управления образованием;
- информационная инфраструктура образовательной деятельности;
- нормативно-правовое обеспечение цифровизации образования.

Исследование было проведено с учётом предложенных Всемирным банком критериев на основе данных официальной статистики, экспертных оценок и данных профессионального сообщества.

## 1. Формирование подхода к определению «цифровизации»

Принятая в мае 2017 года Стратегия развития информационного общества РФ [2] наряду с существующими понятиями «информационное общество», «общество знаний» вводит понятия «цифровая экономика», «экосистема цифровой экономики». Неизбежно появляются новые термины и в образовании, например, цифровое образование. Распространенная интерпретация цифрового образования – как процесса обучения необходимыми цифровыми компетенциями, подготовки человеческого капитала для цифровой экономики сводит это понятие к предметной области – цифровые технологии. Аналогия с общепринятыми категориями такими как «техническое образование», «экономическое», «медицинское» и т.п. затруднительна, так как четкого выделения предметной области по цифровым технологиям не происходит.

Проводить четкую грань между информационными и цифровыми технологиями в настоящее время сложно, поскольку происходит становление и формирование нового этапа развития ИТ. Часто под цифровыми технологиями понимают некоторую совокупность ИТ, например, цифровая платформа или ИТ, для которых были найдены новые сферы применения, например, искусственный интеллект или аддитивные технологии. Понятия информационные и цифровые технологии в контексте данного исследования являются тождественными.

Созданная в обществе информационная инфраструктура, состоящая из телекоммуникационных сетей, вычислительных мощностей, объема контента, создает основу для расширенного применения ИТ. По сути цифро-

визация характеризует новый уровень использования совокупности ИТ в экономике и образовании. В обществе, пронизанном ИТ, способы и методы их применения приобретают приоритетное значение для развития экономики.

В начале активной фазы информатизации общества с 1990-х годов появилось понятие «электронный бизнес», означающее перенос деловых коммуникаций в электронную сеть Интернет. Вслед за этим возникли понятия «электронная коммерция», «электронное обучение», «электронное правительство» и т.д. [11] Электронный бизнес и отдельные веб-инструменты давно не рассматриваются как мировая инновация. Де-факто сервисы электронной коммуникации стали стандартом в информационных видах экономической деятельности, к которым также относится образование.

Дальнейшее развитие информатизации связывают не столько с ИТ, сколько с новыми способами их использования для решения социально-экономических задач. Эти новые способы должны обеспечить перевод накопленного обществом количества информационных технологий в новое качество принимаемых решений, оказываемых услуг, управления ресурсами и т.п. Ряд авторов [29, 32] новый этап в развитии информатизации обозначает как «смарт», на примере «смарт-городов» указывают на достижения ИТ в обеспечении нового уровня безопасности и комфорта граждан.

В использовании современных ИТ в обществе можно выделить три основных этапа: автоматизация, информатизация и цифровизация (табл. 1). По мере развития и проникновения ИТ в производственные и управленческие процессы происходило преобразование сначала отдельных функций и операций, затем предприятий

Таблица 1

## Этапы использования информационных технологий

| Этап применения ИТ        | Объект воздействия ИТ             | Ключевые ИТ                                                             | Роль ИТ разработчиков                                                                              |
|---------------------------|-----------------------------------|-------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Автоматизация 1960-е гг.  | Рутинные операции, функции        | Программные алгоритмы расчетов, автоматизированное рабочее место        | Поставщик готовых ИТ-решений                                                                       |
| Информатизация 1980-е гг. | Бизнес процесс, виды деятельности | Аналитические информационные системы, информационные системы управления | Разработчик ИТ под требования заказчика                                                            |
| Цифровизация 2000-е гг.   | Рынок, отрасль                    | Цифровые платформы                                                      | На основе ИТ самостоятельно оказывает услуги: FinTech, EdTech и т.п. (финансовые, образовательные) |

целиком, а сейчас мы наблюдаем преобразование отраслей экономики.

На этапе автоматизации использование ИТ позволило повысить скорость обработки данных, их точность, а также снизить ошибки. На этапе информатизации объект воздействия ИТ расширяется до бизнес-процесса и организации в целом, основной целью становится повышение качества принимаемых решений через информационное обеспечение. Распространение информатизации общества в середине 1990-х годов привело к тому, что сначала деловые, а потом и личные коммуникации стали переноситься в интернет.

Текущий этап использования ИТ связывают с появлением цифровых платформ и тем, как под их влиянием трансформируются виды экономической деятельности, ярким примером является «уберизация» [25]. Под цифровыми платформами понимается «система алгоритмизированных взаимовыгодных взаимоотношений значимого количества независимых участников отрасли экономики (или сферы деятельности), осуществляемых в единой информационной среде, приводящая к снижению транзакционных издержек за счёт применения пакета ИТ работы с данными и изменения системы разде-

ления труда» [30]. Цифровая трансформация рынков и отраслей заключается в том, что услуги начинают поставлять сами ИТ-компании на основе цифровых платформ. Например, цифровая платформа Coursera проводит обучение миллионов слушателей по тысячам курсов одновременно и становится крупнейшим провайдеров онлайн-курсов.

Таким образом, цифровизация позволяет задействовать совокупность ИТ, которые используются субъектами (гражданами, органами государственного управления, компаниями), а также объектами (интернет вещей), для оказания услуг через цифровые платформы сбора «больших данных» и разработки инноваций. Цифровизация характеризует использование практически всей совокупности ИТ в обществе. Фокус научных и практических дискуссий переходит от вопросов информатизации к перспективам и возможностям цифровизации, т.е. новым способам использования совокупности ИТ, в том числе в образовании.

Существующие статистические методы охватывают все аспекты информатизации высшего образования, включая использование и распространение ИТ среди университетов, но не совокупность ИТ [16, 17]. Соответственно не-

обходима разработка методов статистического обследования цифровизации.

## 2. ИТ-инфраструктура высшего образования

Сферу высшего образования в контексте цифровой экономики необходимо рассматривать как отрасль экономики, в которой тоже должны быть доступны преимущества цифровизации. В течение последних десятилетий органами государственного управления проводится политика по информатизации системы образования. В настоящее время в рамках Государственной программы «Развитие образования» реализуется приоритетный проект «Современная цифровая образовательная среда», утвержденный 25.10.2016 г. Цель проекта – создать к 2018 году условия для системного повышения качества и расширения возможностей непрерывного образования для всех категорий граждан за счет развития российского цифрового образовательного пространства и увеличения числа обучающихся образовательных организаций, освоивших онлайн-курсы до 11 млн человек к концу 2025 года. В достижении поставленной цели выделены следующие направления: совершенствование правового регулирования онлайн-обучения, обеспечение экспертизы образовательных платформ и онлайн-курсов, создание цифровой платформы онлайн-обучения, новых онлайн-курсов, региональных центров компетенций и обучение преподавателей и специалистов в области онлайн-обучения.

Доступ системы образования к возможностям цифровой экономики во многом зависит от уровня развития ее ИТ-инфраструктуры, а эффективное ее использование от готовности специалистов работать с ней. Российские показатели наличия в вузах персональ-



Рис. 1. Структура затрат вузов на ИКТ: 2015 г [14].

ных компьютеров и доступа к Интернет немного уступают европейским университетам [34]. По данным на 2015 г. на один компьютер в высшем образовании приходится 4 студента [14], в среднем профессиональном образовании – 10 студентов, а в школах – 7 учеников [26]. Затраты на ИТ на один вуз составили в 2015 г. 6,2 млн руб. Большая часть финансовых средств (62,3%) расходуется на технические элементы ИТ-инфраструктуры вуза, включая приобретение компьютеров, серверов, телекоммуникационного оборудования, оплаты услуги связи (рис. 1).

Структура затрат вузов на ИТ содержит статью расходов на обучение сотрудников и развитие ИТ, доля расходов по которой не превышает 0,5% от общих расходов на ИТ. Обучение ИТ часто связывают с такими понятиями как компьютерная, информационная или цифровая грамотность, эти понятия в различном их токовании составляют необходимый базис для начала работы с ИТ [27]. Научно-педагогические работники и руководители образовательных учреждений являются проводниками ИТ в учебный процесс и управление вузом. Требования к владению компетенциями в области информационно-коммуникационных технологий

содержатся в профессиональных стандартах к педагогам. С 2013 г. Министерство труда и социальной защиты РФ утверждает профессиональные стандарты для педагогических работников, которые применяются работодателями, образовательными учреждениями при формировании кадровой политики, проведении обучения и аттестации педагогических работников. (Приказ Минтруда России от 08.09.2015 № 608н «Об утверждении профессионального стандарта “Педагог профессионального обучения, профессионального образования и дополнительного профессионального образования”» (Зарегистрировано

в Минюсте России 24.09.2015 № 38993); Приказ Минтруда России от 08.09.2015 № 613н «Об утверждении профессионального стандарта “Педагог дополнительного образования детей и взрослых”» (Зарегистрировано в Минюсте России 24.09.2015 № 38994); Приказ Минтруда России от 24.07.2015 № 514н «Об утверждении профессионального стандарта “Педагог-психолог (психолог в сфере образования)”» (Зарегистрировано в Минюсте России 18.08.2015 № 38575) и др.) Однако эксперты отмечают отставание требований, предусмотренных профессиональными стандартами, от быстро развивающихся ИТ. Система подготовки и переподготовки преподавателей к использованию ИТ в электронном обучении, охватывающая все уровни образования и категории педагогических работников, только создается в соответствии с приоритетным проектом «СЦОС».

Результаты статистический исследований свидетельствуют о том, что в высшем образовании наибольшее распространение получили ИТ, расширяющие доступ к учебным и методическим материалам, а также справочной информации (рис. 2). Большая часть образовательных электронных



Рис. 2. Вузы, использующие специальные программные средства: 2015. (в процентах от общего числа вузов) [14].

библиотек создается издательствами, которые на коммерческих условиях предоставляют доступ к электронным изданиям и курсам. С 2002 г. создается система федеральных образовательных порталов, в которую входят и тематические порталы по областям знаний и уровням образования, и предоставляющая свободный доступ к электронным образовательным ресурсам. При поддержке международных и государственных программ создаются цифровые платформы открытых образовательных ресурсов (ООР) и массовых открытых

онлайн курсов (МООК), которые предоставляют возможности бесплатного доступа к ООР на основе «открытых лицензий», или бесплатного обучения на МООК [12].

В основе получения новых эффектов от цифровизации находится информатизация административных процессов вуза. Эффективность использования ИТ в образовании зависит не только от их использования непосредственно в учебной процессе или научной деятельности, но и в решении административных задач вуза [28]. Специальные программ-

ные средства для решения организационных, управленческих и экономических задач применяют 80% вузов, почти 70% используют систему электронного документооборота [14]. Таким образом, около 20% вузов не смогут накапливать данные в цифровой форме, для их дальнейшего использования в информационном обеспечении управления вузом. Использование ИТ в управлении, главным образом должно обеспечить своевременный доступ к качественной и достоверной информации о внутренних и внешних процессах.

В сфере образования применяются несколько федеральных реестров и государственных информационных систем (ФГИС). Табл. 2 демонстрирует ввод в эксплуатацию ключевых ФГИС по образованию.

Сбор данных, например, по контингенту учащихся, преподавательскому составу от образовательных учреждений происходит ежегодно и занимает продолжительный период времени. Каждое образовательное учреждение самостоятельно обеспечивает сбор и хранение данных в соответствии с требованиями нормативных актов. Собранные вузами данные в агрегированном виде попадают на порталы открытых данных. Система образования в соответствии с законодательным регулированием становится с каждым годом более информационно открытой [23, С. 40–42]. Механизмы государственной политики в области образования направлены создание условий для образовательных организаций, способствующих извлечению преимуществ из информационных технологий и общества [20, С. 211].

Информационное образовательное пространство выходит за пределы ИТ-инфраструктуры конкретного вуза, в него включаются задействованные студентами и преподавателями их личные устройства и про-

Таблица 2

График ввода в эксплуатацию ФГИС в сфере образования

| Дата ввода в эксплуатацию | Название ФИС                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|---------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 2011                      | Информационная система лицензирования образовательной деятельности                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| 2011                      | Типовое решение для территориальных органов контроля и надзора в сфере образования (подсистема государственной информационной системы государственного надзора в сфере образования)                                                                                                                                                      |
| 2012                      | Федеральная информационная система обеспечения проведения государственной итоговой аттестации обучающихся, освоивших основные образовательные программы основного общего и среднего общего образования, и приема граждан в образовательные организации для получения среднего профессионального и высшего образования                    |
| 2012                      | Информационная система, обеспечивающая автоматизацию контрольно-надзорной деятельности за органами государственной власти субъектов Российской Федерации, исполняющими переданные полномочия Российской Федерации в области образования (подсистема государственной информационной системы государственного надзора в сфере образования) |
| 2012                      | Федеральный реестр апостилей, проставленных на документах об образовании и (или) о квалификации                                                                                                                                                                                                                                          |
| 2013                      | Федеральная информационная система учета и мониторинга экспертной деятельности в процедурах системы оценки качества образования                                                                                                                                                                                                          |
| 2013                      | Информационная система автоматизации контрольно-надзорной деятельности за образовательными учреждениями (подсистема государственной информационной системы государственного надзора в сфере образования)                                                                                                                                 |
| 2013                      | Интегрированный портал общероссийской системы оценки качества образования                                                                                                                                                                                                                                                                |
| 2013                      | Федеральный реестр документов об образовании и (или) квалификации, документов об обучении                                                                                                                                                                                                                                                |
| 2013                      | Единая интегрированная информационная система, агрегирующая данные системы оценки качества образования                                                                                                                                                                                                                                   |
| 2013                      | Автоматизированная информационная система по признанию образования и (или) квалификации, полученных в иностранных государствах                                                                                                                                                                                                           |
| 2014                      | Информационная система государственной аккредитации образовательной деятельности                                                                                                                                                                                                                                                         |

Источник: Реестр федеральных государственных информационных систем (дата обращения 12.01.2018) URL: <http://reg.eskgov.ru/fgis>

граммные приложения. Исследования [14] показывают, что слушатели и преподаватели активно используют собственные гаджеты и популярные интернет-сервисы (электронная почта, социальные сети) для общения, поиска и хранения информации. Автор исследования приходит к выводу о том, что игнорирование новых возможностей ИТ, социальных медиа существенно тормозит процесс модернизации образования, необходима разработка образовательных технологий и методик с использованием ИТ.

В эффективности использования ИТ-инфраструктуры образования большое значение приобретают содержание и методы обучения [5]. Часто использование ИТ означает перенос методов образовательных технологий в электронную среду: лекция становится видео-лекцией, учебник — электронным учебником, семинар — вебинаром. При подобном подходе методы и содержание обучения не меняются, увеличивается только численность потенциальных слушателей от 20–30 студентов, присутствующих в аудитории, до нескольких сотен или тысяч в интернете. Вайндорфф-Сысоева [7, 8] отмечает, что применение ИТ в образовании требует от преподавателя владения методической компетентностью ЭО, для того чтобы задействовать методы игрофикации, проблемно-ориентированного обучения, проектной и/или исследовательской деятельности, метод «перевернутого класса». Методическая работа преподавателя в ЭО значительно отличается от привычных форм обучения, от ее выполнения преподавателем зависят качественные сдвиги в ЭО. Проведенные исследования, в том числе российскими учеными, [22 С. 59] показывают, что применение ИТ в учебном процессе позволяет повышать мотивацию слушателей к обучению, достигать более высо-

кой успеваемости, вовлекать слушателей в самостоятельное исследование и проектную деятельность. ИТ становятся удобным инструментом в руках подготовленных преподавателей, у которых появляется больше возможностей и инструментов для работы со слушателями.

### 3. Электронное обучение

Благодаря современным ИТ учебный процесс и его составляющие, включая образовательные материалы, методы и содержание учебного процесса, могут быть перенесены в электронную среду, то есть использовать преимущества «электронного обучения». Определение электронного обучения и дистанционных образовательных технологий (ЭО и ДОТ) было дано в Федеральном законе «Об образовании в РФ» [1] в 2012 г., когда ЭО перестало быть инициативной отдельных вузов, а стало предметом государственной образовательной политики и регулирования. «Под электронным обучением (ЭО) понимается организация образовательной деятельности с применением содержащейся в базах данных и используемой при реализации образовательных программ информации и обеспечивающих ее обработку ИТ, технических средств, а также информационно-телекоммуникационных сетей, обеспечивающих передачу по линиям связи указанной информации, взаимодействие обучающихся и педагогических работников. Под дистанционными образовательными технологиями понимаются образовательные технологии, реализуемые в основном с применением информационно-телекоммуникационных сетей при опосредованном (на расстоянии) взаимодействии обучающихся и педагогических работников».

В течение всей многолетней практики применения ЭО российскими университетами разворачивались острые дис-

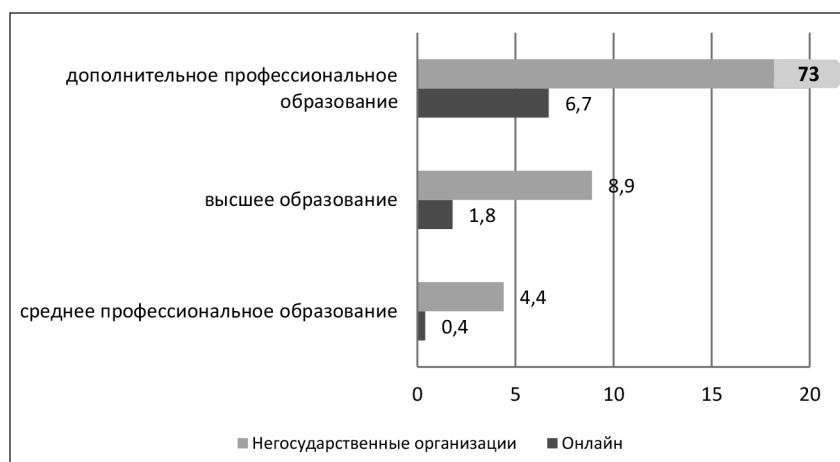
куссии о целесообразности и эффективности ЭО. Оценка влияния ЭО на университет и систему образования все еще не однозначная, оппоненты в дискуссиях с одной стороны указывают на несовершенство используемых технологий и методов, а с другой — на возрастающие запросы общества на гибкие инструменты обучения. Электронное обучение и образовательные услуги онлайн становятся необходимым элементом для развития цифровой экономики под воздействием факторов:

- технологических, обеспечивающих новые средства и технологии для обучения в современной электронной среде [18 С.29];

- социальных, включающих потребность общества в новом качестве образовательных услуг, направленных как на расширение доступа к образованию, так и на индивидуальные потребности личности [21];

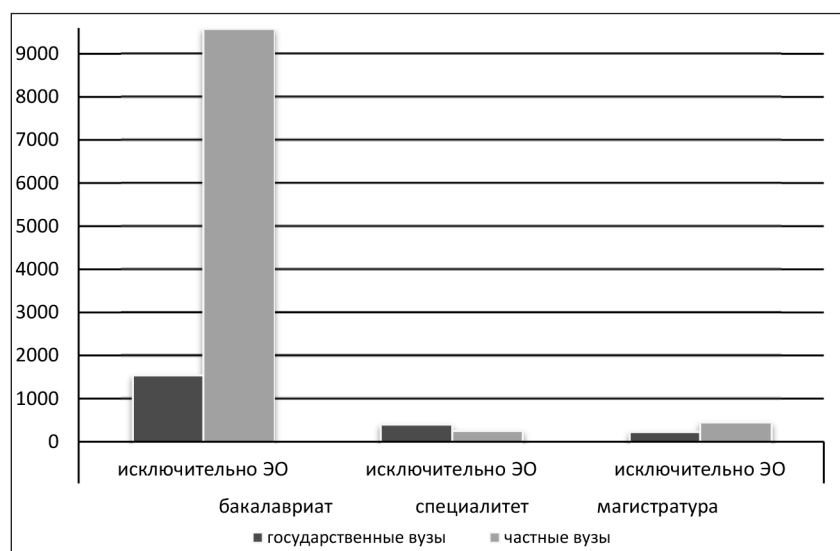
- экономических, которые заключаются в том, что образование всегда вносило значительный вклад в достижение экономических показателей [24; 31].

Высшая школа может поддержать развитие цифровой экономики через подготовку кадров и повышение квалификации в необходимых масштабах только задействовав возможности ЭО и онлайн-образования. Сейчас на российском рынке образования доля онлайн-услуг крайне мала в сравнении с образовательными рынками развитых стран. Сегмент онлайн-образования занимает на российском рынке 1,1% по уровням образования, доля ЭО колеблется от 0,4% до 6,7% (рис.3). Мировой рынок демонстрирует высокие темпы роста, которые оцениваются в 20% ежегодно только для сектора высшего образования. Российская система образования в основном представлена государственными организациями, исключение составля-



**Рис. 3. Доля предоставления образовательных услуг онлайн по уровням образовательных программ в процентах, доля образовательных услуг, предоставляемых негосударственными организациями, к общему объему образовательных услуг: 2016 г.**

Источник: Исследование российского рынка онлайн-образования и образовательных технологий, 2017 URL: <http://edumarket.digital>.



**Рис. 4. Численность студентов, обучающихся с применением исключительно ЭО, в государственных и частных вузах, 2016 г. [26]**

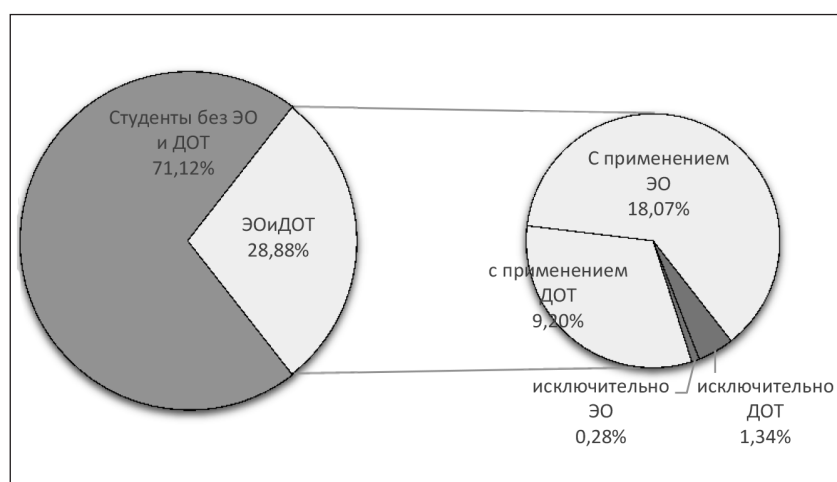
ют сегменты дополнительных образовательных услуг и языковой подготовки, где большая часть услуг оказывается частными организациями.

Сводные статистические отчеты [26], предоставляемые российскими вузами содержат данные об использовании ЭО и ДОТ при работе со студентами. Результаты исследования статистических данных показывают, что 82% слушателей образовательных программ, реализуемых исключительно с применением ЭО, обучаются в негосударственных вузах (рис.4). Онлайн-сегмент рынка

высшего образования в основном представлен частными вузами. Однако образовательные программы высшего образования создают и ведущие российские государственные университеты, например, МФТИ предлагает программу подготовки магистров по направлению «Прикладная математика и информатика».

В государственных вузах больше распространена практика смешанного обучения, когда ЭО и ДОТ используются в качестве информационной поддержки обучения студентов, обучающихся непосредственно в стенах вузов (рис. 5).

Распространение и использование вузами ЭО и ДОТ во многом зависит от развития и доступности ИТ. Разработка ИТ для образования происходит в контексте развития ИТ-индустрии, где внимание исследователей и разработчиков фокусируется на развитии, так называемых, зарождающихся технологий таких как блокчейн, большие данные, адаптивные технологии и др. Динамичное развитие ИТ приводит к появлению инноваций в преподавании и образовательных услугах [36]. В развитии ИТ в образовании можно выделить две наиболее заметные тенденции. Первая тенденция заключается в реализации возможности массового



**Рис. 5. Использование ЭО и ДОТ при обучении студентов по программам высшего образования, в процентах от общего контингента студентов: 2016 г. [26]**

обучения и массовых открытых онлайн-курсах, направленных на максимальное расширение доступа к высококачественным образовательным услугам для всех граждан [35, 6]. Вторая тенденция указывает на возможности повышения индивидуализации учебного процесса, его настройку под запросы и возможности каждого слушателя за счет применения адаптивных технологий к построению траектории обучения, созданию контента или оценки успеваемости. На первый взгляд это разнонаправленные тенденции, однако их объединение позволит обеспечить массовое обучение слушателей с применением преимуществ адаптивного обучения [33]. Интенсивное развитие ИТ и их проникновение во все сферы создает возможности с одной стороны для массового обучения, а с другой для повышения индивидуализации образовательных услуг за счет инструментов адаптации.

## Заключение

Государственная политика последних лет направлена на создание ИТ-инфраструктуры высшего образования, вузы имеют персональные компьютеры и доступ к интернету, но остается временной лаг в автоматизации административных и учебных процессов в вузе. Наличие вычислительной мощности и телекоммуникаций составляет отправную точку для движения вуза к цифровой экономике. Это движение должно быть поддержано разнообразными программными средствами, которые обеспечат оперативный сбор и обработку данных в цифровом виде, необходимых для развития цифровой экономики. Автоматизация административных процессов вузов носит фрагментарный характер, то что составляет основу управления — административный документообо-

рот переведен в электронный формат в 69% вузов. На федеральном уровне управления системой образования, разработан и внедрен ряд федеральных государственных информационных систем.

Во многом благодаря государственным инициативам по формированию информационного образовательного пространства, наиболее доступным программным средством для вузов являются электронные образовательные ресурсы. Еще в начале 2000-х годов начали формироваться сеть образовательных порталов, создаваться приложения для сферы образования. Тенденции развития самих ИТ меняют информационное пространство образования, которое простирается далеко за пределы образовательных учреждений, оно включает в себя возрастающий объем устройств, веб-сервисов и мобильных приложений. Современные ИТ создают новые возможности для совершенствования учебного процесса, которые могут быть доступны подготовленным специалистам.

Ключевым источником развития цифровой экономики являются специалисты, подготовленные к работе с информационными технологиями. С одной стороны требования к ИТ-подготовке включены в профессиональные стандарты педагогов, а с другой подготовка к использованию ИТ выходит за пределы технических компетенций, и требует расширенного понимания методической подготовки преподавателей к работе в электронной образовательной среде. Система обучения преподавателей работе в современной цифровой образовательной среде в настоящее время только формируется.

Практика применения ИТ в учебном процессе российскими вузами рассматривается с точки зрения дистанцион-

ных образовательных технологий и электронного обучения, а не в смысле использования персональных компьютеров и проекторов при разработке и демонстрации лекционных материалов. Несмотря на то, что понятия ЭО и ДОТ законодательно закреплены с 2012 г., практика обучения студентов с их использованием распространяется только на треть студентов, главным образом, в виде смешанного обучения. ЭО и ДОТ образуют сегмент онлайн программ высшего образования, доля которого не превышает 2%. Образовательные программы онлайн в основном предоставляют негосударственные образовательные учреждения, их доля в сегменте онлайн-обучения достигает 80%. Созданную цифровую образовательную среду вузам необходимо наполнить своими образовательными продуктами, интерактивным контентом, инструментами взаимодействия и проектной деятельности учащихся, тогда для них станут доступны преимущества цифровой экономики.

Результаты проведенного исследования по оценке готовности высшего образования к цифровой экономике показывают, что только отдельные вузы прошли этапы автоматизации, информатизации, и уверенно двигаются к цифровой экономике. Большая часть вузов находится на начальной стадии информатизации, которая подразумевает формирование ИТ-инфраструктуры вуза, автоматизацию учебных и административных процессов. Для полноценного участия в формировании цифровой экономики через подготовку кадров, а также как отрасль цифровой экономики необходимы шаги по поддержке вузов в информатизации. Текущий уровень развития ИТ-инфраструктуры свидетельствует о недостаточной информатизации административных и учебных процессов вузов.

## Литература

1. Федеральный закон от 29.12.2012 № 273-ФЗ (ред. от 29.12.2017) «Об образовании в Российской Федерации».
2. Стратегия развития информационного общества в Российской Федерации на 2017–2030 годы. Утверждена Указом Президента Российской Федерации № 203 от 9 мая 2017 г. URL: <http://kremlin.ru/acts/bank/41919>
3. Программа «Цифровая экономика Российской Федерации». Утверждена Распоряжением Правительства Российской Федерации № 16-32-р от 28 июля 2017 г. URL: <http://static.government.ru/media/files/9gFM4FHj4PsB79I5v7yLVuPgu4bvR7M0.pdf>
4. Аналитический центр при Правительстве РФ. Готова ли Россия к цифровой экономике? 28 июня 2017. <http://ac.gov.ru/events/013465.html>.
5. Андросова И.Г., Герасименко Т.Л., Лобанова Е.И., Нисилевич А.Б., Стрижова Е.В. Технологическая поддержка для обучения в университете // Статистика и Экономика. 2015. № 6. С. 3–6. <https://doi.org/10.21686/2500-3925-2015-6-3-6>
6. Бадарч Д., Токарева Н.Г., Цветкова М.С. МООК: реконструкция высшего образования // Высшее образование в России. 2014. № 10. С. 135–146.
7. Вайндорф-Сысоева М. Е. Методическая грамотность преподавателя вуза в онлайн-обучении как профессиональная компетенция (на примере организации коммуникаций различных видов) // eLearning Stakeholders and Researchers Summit 2017. 2017. С. 137–141.
8. Вайндорф-Сысоева М. Е. Современные подходы к организации превышения квалификации современного педагога // Проблемы современного педагогического образования. 2017. № 57-3. С. 16–23.
9. Ведута Е.Н., Джакубова Т.Н. Big Data и экономическая кибернетика // Государственное управление. Электронный вестник, 2017. № 63. С. 43–66.
10. Грум-Гржимайло Ю.В. Экономика информационного общества: иллюзии и реальность. Часть 3 // Информационное общество. 2010. № 6. С. 12–27.
11. Дик В.В., Староверова О.В., Уринцов А.И. Технологическая и организационная виртуализация предприятия в условиях информационного общества // Ученые записки Крымского федерального университета им. В.И. Вернадского. Экономика и управление. 2016. Т. 1. № 2 (68). С. 35–41.
12. Дмитриевская Н.А. Массовые открытые онлайн курсы как инструмент маркетинговых коммуникаций вуза // Статистика и Экономика. 2015. № 4. С. 29–37. <https://doi.org/10.21686/2500-3925-2015-4-29-37>

## References

1. Federal'nyy zakon ot 29.12.2012 No. 273-FZ (29.12.2017) «Ob obrazovanii v Rossiyskoy Federatsii». (In Russ.)
2. Strategiya razvitiya informatsionnogo obshchestva v Rossiyskoy Federatsii na 2017–2030 gody. Utverzhdena Ukazom Prezidenta Rossiyskoy Federatsii No. 203, 9 May 2017. URL: <http://kremlin.ru/acts/bank/41919> (In Russ.)
3. Programma «TSifrovaya ekonomika Rossiyskoy Federatsii». Utverzhdena Rasporyazheniyem Pravitel'stva Rossiyskoy Federatsii No.16-32-r, 28 July 2017. URL: <http://static.government.ru/media/files/9gFM4FHj4PsB79I5v7yLVuPgu4bvR7M0.pdf> (In Russ.)
4. Analiticheskiy tsentr pri Pravitel'stve RF. Gotova li Rossiya k tsifrovoy ekonomike? 28 June 2017. URL: <http://ac.gov.ru/events/013465.html>. (In Russ.)
5. Androsova I.G., Gerasimenko T.L., Lobanova E.I., Nisilevich A.B., Strizhova E.V. Tekhnologicheskaya podderzhka dlya obucheniya v universitete. Statistika i Ekonomika. 2015. No. 6. P. 3–6. <https://doi.org/10.21686/2500-3925-2015-6-3-6> (In Russ.)
6. Badarch D., Tokareva N.G., TSvetkova M.S. MOOK: rekonstruktsiya vysshego obrazovaniya. Vyssheye obrazovaniye v Rossii. 2014. No. 10. P. 135–146. (In Russ.)
7. Vayndorf-Sysoyeva M. E. Metodicheskaya gramotnost' prepodavatelya vuza v onlayn-obuchanii kak professional'naya kompetentsiya (na primere organizatsii kommunikatsiy razlichnykh vidov). eLearning Stakeholders and Researchers Summit 2017. 2017. P. 137–141. (In Russ.)
8. Vayndorf-Sysoyeva M. E. Sovremennyye podkhody k organizatsii prevysheniya kvalifikatsii sovremennogo pedagoga. Problemy sovremennogo pedagogicheskogo obrazovaniya. 2017. No. 57-3. P. 16–23. (In Russ.)
9. Veduta E.N., Dzhakubova T.N. Big Data i ekonomicheskaya kibernetika. Gosudarstvennoye upravleniye. Elektronnyy vestnik, 2017 No. 63 P. 43–66 (In Russ.)
10. Grum-Grzhimaylo YU.V. Ekonomika informatsionnogo obshchestva: illyuzii i real'nost'. Part 3. Informatsionnoye obshchestvo. 2010. No. 6. P. 12–27. (In Russ.)
11. Dik V.V., Staroverova O.V., Urintsov A.I. Tekhnologicheskaya i organizatsionnaya virtualizatsiya predpriyatiya v usloviyakh informatsionnogo obshchestva. Uchenyye zapiski Krymskogo federal'nogo universiteta im. V.I. Vernadskogo. Ekonomika i upravleniye. 2016. Vol. 1. No. 2 (68). P. 35–41. (In Russ.)
12. Dmitriyevskaya N.A. Massovyye otkrytyye onlayn kursy kak instrument marketingovykh kommunikatsiy vuza. Statistika i Ekonomika. 2015. No. 4. P. 29–37. <https://doi.org/10.21686/2500-3925-2015-4-29-37> (In Russ.)

13. Иванов С.В. Экономико-статистический анализ развития системы высшего образования в России // Статистика и Экономика. 2013. № 3. С. 111–116. <https://doi.org/10.21686/2500-3925-2013-3-111-116>
14. Индикаторы цифровой экономики: 2017: статистический сборник / Г.И. Абдрахманова, Л.М. Гохберг, М.А. Кевеш и др.; Нац. исслед. ун-т «Высшая школа экономики». М.: НИУ ВШЭ, 2017. 320 с. 250 экз. ISBN 978-5-7598-1592-1.
15. Киянова Л.Д., Литвиненко И.Л. Роль системы высшего профессионального образования в формировании национальной инновационной системы // Статистика и Экономика. 2013. № 5. С. 51–55. <https://doi.org/10.21686/2500-3925-2013-5-51-55>
16. Ключкова Е.Н. Методологические подходы к оценке использования информационно-телекоммуникационных технологий в образовательном процессе // Открытое образование. 2016. № 1. С. 21–27. <https://doi.org/10.21686/1818-4243-2016-1-21-27>
17. Ключкова Е.Н. Статистический подход к исследованию развития информационного общества в контексте мировых тенденций // Статистика и Экономика. 2016. № 5. С. 23–28. <https://doi.org/10.21686/2500-3925-2016-5-23-28>
18. Комлева Н.В. Профессиональная компетентность личности в условиях Smart-общества // Открытое образование. 2017. № 1. С. 27–33. DOI:10.21686/1818-4243-2017-1-27-33
19. Королева Д.О. Всегда онлайн: использование мобильных технологий и социальных сетей современными подростками дома и в школе // Вопросы образования. 2016. № 1. С. 205–224.
20. Луценко Н.О. Механизмы государственной политики в области образования // Государственное управление. Электронный вестник. 2017. № 65, С. 210–220. [http://e-journal.spa.msu.ru/vestnik/item/65\\_2017lutsenko.htm](http://e-journal.spa.msu.ru/vestnik/item/65_2017lutsenko.htm) (дата обращения: 05.01.2018).
21. Майорова Н.В. Отношение населения к проблеме влияния образования и науки на развитие общества // Статистика и Экономика. 2014. № 6. С. 9–14. <https://doi.org/10.21686/2500-3925-2014-6-9-14>
22. Малошенок Н.Г. Взаимосвязь использования Интернета и мультимедийных технологий в образовательном процессе со студенческой вовлеченностью // Вопросы образования. 2016. № 4. С. 59–83.
23. Мерцалова Т.А. Информационная открытость системы образования: вопросы эффективности государственной политики // Вопросы образования. 2015. № 2. С. 40–75.
24. Панюкова С.В., Гостин А.М., Авилкина С.В. Управление человеческим капиталом в условиях информационного общества // Статистика и Экономика. 2014. № 1. С. 183–186. <https://doi.org/10.21686/2500-3925-2014-1-183-186>
13. Ivanov S.V. Ekonomiko-statisticheskiy analiz razvitiya sistemy vysshego obrazovaniya v Rossii. Statistika i Ekonomika. 2013. No. 3. P. 111–116. <https://doi.org/10.21686/2500-3925-2013-3-111-116> (In Russ.)
14. Indikatory tsifrovoy ekonomiki: 2017: statisticheskiy sbornik / G.I. Abdrakhmanova, L.M. Gokhberg, M.A. Kevesh et al.; Nats. issled. un-t «Vysshaya shkola ekonomiki». Moscow: NIU VSH·E, 2017. 320 P. 250 ekz. ISBN 978-5-7598-1592-1. (In Russ.)
15. Kiyanova L.D., Litvinenko I.L. Rol' sistemy vysshego professional'nogo obrazovaniya v formirovani natsional'noy innovatsionnoy sistemy. Statistika i Ekonomika. 2013. No. 5. P. 51–55. <https://doi.org/10.21686/2500-3925-2013-5-51-55> (In Russ.)
16. Klochko E.N. Metodologicheskiye podkhody k otsenke ispol'zovaniya informatsionno-telekommunikatsionnykh tekhnologiy v obrazovatel'nom protsesse. Otkrytoye obrazovaniye. 2016. No. 1. P. 21–27. <https://doi.org/10.21686/1818-4243-2016-1-21-27> (In Russ.)
17. Klochko E.N. Statisticheskiy podkhod k issledovaniyu razvitiya informatsionnogo obshchestva v kontekste mirovykh tendentsiy. Statistika i Ekonomika. 2016. No. 5. P. 23–28. <https://doi.org/10.21686/2500-3925-2016-5-23-28> (In Russ.)
18. Komleva N.V. Professional'naya kompetentnost' lichnosti v usloviyakh Smart-obshchestva. Otkrytoye obrazovaniye. 2017. No. 1. P. 27–33. DOI:10.21686/1818-4243-2017-1-27-33 (In Russ.)
19. Koroleva D.O. Vsegda onlayn: ispol'zovaniye mobil'nykh tekhnologiy i sotsial'nykh setey sovremennymi podrostkami doma i v shkole. Voprosy obrazovaniya. 2016. No. 1. P. 205–224. (In Russ.)
20. Lutsenko N.O. Mekhanizmy gosudarstvennoy politiki v oblasti obrazovaniya // Gosudarstvennoye upravleniye. Elektronnyy vestnik. 2017. No. 65, P. 210–220. [http://e-journal.spa.msu.ru/vestnik/item/65\\_2017lutsenko.htm](http://e-journal.spa.msu.ru/vestnik/item/65_2017lutsenko.htm) (accessed: 05.01.2018). (In Russ.)
21. Mayorova N.V. Otnosheniye naseleniya k probleme vliyaniya obrazovaniya i nauki na razvitiye obshchestva. Statistika i Ekonomika. 2014. No. 6. P. 9–14. <https://doi.org/10.21686/2500-3925-2014-6-9-14> (In Russ.)
22. Maloshonok N.G. Vzaimosvyaz' ispol'zovaniya Interneta i mul'timediynykh tekhnologiy v obrazovatel'nom protsesse so studencheskoy вовлеченностью. Voprosy obrazovaniya. 2016. No. 4. P. 59–83. (In Russ.)
23. Mertsalova T.A. Informatsionnaya otkrytost' sistemy obrazovaniya: voprosy effektivnosti gosudarstvennoy politiki. Voprosy obrazovaniya. 2015. No. 2. P. 40–75. (In Russ.)
24. Panyukova S.V., Gostin A.M., Avilkina S.V. Upravleniye chelovecheskim kapitalom v usloviyakh informatsionnogo obshchestva. Statistika i Ekonomika. 2014. No. 1. P. 183–186. <https://doi.org/10.21686/2500-3925-2014-1-183-186> (In Russ.)

25. Подвойский Г.Л. Роль новых технологий в экономике XXI века // Мир новой экономики. 2016. № 4. С. 6–15.
26. Статистическая информация 2016. Высшее образование. Министерство образования и науки Российской Федерации. URL: <http://минобнауки.рф/министерство/статистика/информация-2016/во-2016>
27. Сухомлин В.А., Зубарева Е.В., Якушин А.В. Методологические аспекты концепции цифровых навыков // Современные информационные технологии и ИТ-образование. 2017. Т. 13. № 2. С. 146–152.
28. Тихомиров В.П., Днепровская Н.В. Смарт-образование как основная парадигма развития информационного общества // Современные информационные технологии и ИТ-образование. 2015. Т. 1. № 11. С. 9–13.
29. Тихомирова Н.В. Постинформационное общество – “SMART” // Российская Федерация сегодня. 2012. № 5(5). С. 44–45.
30. Цифровые платформы. Подходы к определению и типизация URL: <https://data-economy.ru/data-ed>
31. Чинаева Т.И. Основные тенденции развития международного рынка образовательных услуг // Статистика и Экономика. 2017. № 1. С. 60–68. <https://doi.org/10.21686/2500-3925-2017-1-60-68>
32. Шубина И.В. Смарт и развитие современного образования // Статистика и Экономика. 2015. № 3. С. 17–19. <https://doi.org/10.21686/2500-3925-2015-3-17-19>
33. Daniel, J., Vázquez Cano, E., & Gisbert, M. (2015). The Future of MOOCs: Adaptive Learning or Business Model? RUSC. Universities and Knowledge Society Journal, 12 (1). pp. 64–73. doi:<http://dx.doi.org/10.7238/rusc.v12i1.2475>
34. European Commission (2013) Survey of Schools. URL: <https://ec.europa.eu/digital-single-market/sites/digital-agenda/files/KK-31-13-401-EN-N.pdf>.
35. Mohamed Jemni, Kinshuk, Mohamed Koutheair Khribi “Open Education: from OERs to MOOCs”. Springer-Verlag. 2017
36. Sharples, M., Adams, A., Alozie, N., Ferguson, R., FitzGerald, E., Gaved, M., McAndrew, P., Means, B., Remold, J., Rienties, B., Roschelle, J., Vogt, K., Whitelock, D. & Yarnall, L. (2015). Innovating Pedagogy 2015: Open University Innovation Report 4. Milton Keynes: The Open University.
37. World Bank (2016) Discussion Paper For International Seminar #1 ‘Digital Economy Concept, Trends and Visions: Towards a Future-Proof Strategy’. 20.12.2016 <http://www.worldbank.org/en/events/2016/12/20/developing-the-digital-economy-in-russia-international-seminar-1#4>
25. Podvoyskiy G.L. Rol’ novykh tekhnologiy v ekonomike XXI veka. Mir novoy ekonomiki. 2016. No. 4. P. 6–15. (In Russ.)
26. Statisticheskaya informatsiya 2016. Vyssh-eye obrazovaniye. Ministerstvo obrazovaniya i nauki Rossiyskoy Federatsii. URL: <http://minobnauki.rf/ministerstvo/statistika/informatsiya-2016/vo-2016> (In Russ.)
27. Sukhomlin V.A., Zubareva E.V., Yakushin A.V. Metodologicheskiye aspekty kontseptsii tsifrovyykh navykov. Sovremennyye informatsionnyye tekhnologii i IT-obrazovaniye. 2017. Vol.13. No. 2. P. 146–152. (In Russ.)
28. Tikhomirov V.P., Dneprovskaya N.V. Smart-obrazovaniye kak osnovnaya paradigma razvitiya informatsionnogo obshchestva. Sovremennyye informatsionnyye tekhnologii i IT-obrazovaniye. 2015. Vol.1. No. 11. P. 9–13. (In Russ.)
29. Tikhomirova N.V. Postinformatsionnoye obshchestvo – “SMART”. Rossiyskaya Federatsiya segodnya. 2012. No. 5(5). P. 44–45. (In Russ.)
30. TSifrovyye platformy. Podkhody k opredele-niyu i tipizatsiya URL: <https://data-economy.ru/data-ed> (In Russ.)
31. CHinayeva T.I. Osnovnyye tendentsii razvitiya mezhdunarodnogo rynka obrazovatel’nykh uslug. Statistika i Ekonomika. 2017. No. 1. P. 60–68. <https://doi.org/10.21686/2500-3925-2017-1-60-68> (In Russ.)
32. SHubina I.V. Smart i razvitiye sovremenno-go obrazovaniya. Statistika i Ekonomika. 2015. No. 3. P. 17–19. <https://doi.org/10.21686/2500-3925-2015-3-17-19> (In Russ.)
33. Daniel, J., Vázquez Cano, E., & Gisbert, M. (2015). The Future of MOOCs: Adaptive Learning or Business Model? RUSC. Universities and Knowledge Society Journal, 12 (1). pp. 64–73. doi:<http://dx.doi.org/10.7238/rusc.v12i1.2475>
34. European Commission (2013) Survey of Schools. URL: <https://ec.europa.eu/digital-single-market/sites/digital-agenda/files/KK-31-13-401-EN-N.pdf>.
35. Mohamed Jemni, Kinshuk, Mohamed Koutheair Khribi “Open Education: from OERs to MOOCs”. Springer-Verlag. 2017
36. Sharples, M., Adams, A., Alozie, N., Ferguson, R., FitzGerald, E., Gaved, M., McAndrew, P., Means, B., Remold, J., Rienties, B., Roschelle, J., Vogt, K., Whitelock, D. & Yarnall, L. (2015). Innovating Pedagogy 2015: Open University Innovation Report 4. Milton Keynes: The Open University.
37. World Bank (2016) Discussion Paper For International Seminar #1 ‘Digital Economy Concept, Trends and Visions: Towards a Future-Proof Strategy’. 20.12.2016 <http://www.worldbank.org/en/events/2016/12/20/developing-the-digital-economy-in-russia-international-seminar-1#4>

**Сведения об авторе**

**Наталья Витальевна Днепровская**  
К.э.н., доцент кафедры управления  
информационными системами  
и программирования  
Российский экономический университет  
им. Г.В. Плеханова, Москва, Россия  
Эл. почта: ndnepr@gmail.com

**Information about the author**

**Natalia V. Dneprovskaya**  
Cand. Sci. (Economics), Associate Professor of the  
Department of Information Systems Management and  
Programming  
Plekhanov Russian University of Economics,  
Moscow, Russia  
E-mail: ndnepr@gmail.com

# Анализ производственного и финансового потенциала как основы для разработки стратегии модернизации экономики России

Статья посвящена оценке потенциальных возможностей модернизации экономики России в условиях внешних вызовов, затрудняющих отечественным компаниям доступ к международным финансовым рынкам и технологиям. Актуальность исследования обусловлена необходимостью поиска собственных ресурсов для проведения требуемой масштабной модернизации. Целью исследования является оценка производственного и финансового потенциала в процессе модернизации. Поставленная цель предопределяет решение таких задач как: проведение анализа современного состояния производственной базы, оценка финансовых ресурсов для обновления производства, выявление возможностей и рисков при проведении модернизационных процессов. В этой связи основное внимание авторы уделяют анализу факторов, сдерживающих модернизационные процессы, таких как: низкий уровень накопления капитала, неадекватное потребностям экономики развитие рынка финансовых услуг, неравномерность пространственной доступности кредитных организаций.

Методологический аппарат анализа производственного и финансового потенциала строится на выделении базовых нефинансовых секторов экономики и финансового рынка с применением методов детализации, группировки, вертикального и горизонтального анализа, сравнения и синтеза. Кроме того используется графический анализ. Эмпирическую базу исследования составили статистические показатели Росстата по отраслям экономики и данные Центрального Банка Российской Федерации по состоянию банковской сферы. Теоретической основой послужили труды известных ученых, посвященные вопросам реиндустриализации и выработки стратегических приоритетов инновационной модернизации экономики России. В статье проводится сравнение динамики инвестиций в основной капитал с темпами нарастания износа производственных фондов, анализируются источники финансирования инвестиционной деятельности в части обновления производственных

систем, дается оценка методов государственного регулирования банковского сектора как одного из основных внешних поставщиков инвестиционных ресурсов в нефинансовые сектора экономики. Качество регулирования институтов финансового рынка оценивается с позиций его диверсификации и обеспечения большей доступности к заемному капиталу не только бизнеса, но и населения.

По результатам анализа выделены факторы, ограничивающие возможности масштабной структурной модернизации экономики. Выявлено, что темпы обновления основного капитала недостаточны и не способствуют снижению износа производственных фондов в базовых отраслях экономики России. Доступность заемного капитала для модернизации производственных систем дифференцирована в пространственном аспекте. Действующие институты финансового рынка также не обеспечивают равный доступ к кредитным ресурсам субъектам малого и среднего предпринимательства.

Научная новизна данного исследования заключается в том, что авторы обозначили основные проблемы процесса модернизации и внедрения инновационных разработок в условиях высокого уровня износа производственных систем и недостаточности инвестиционных ресурсов. Также заслуживает внимания вывод о неадекватности структуры рынка финансовых услуг масштабам структурной модернизации и необходимости его диверсификации. Результаты исследования могут найти практическое применение при разработке стратегий модернизации в ведущих отраслях экономики.

**Ключевые слова:** производительность производственных систем, инновационное развитие регионов, глобальный инновационный индекс, модернизация экономики, производственный потенциал, степень износа, производственные инвестиции, выбытие основных фондов, коэффициент обновления, финансирование инвестиционной деятельности, источники финансирования

Ljudmila I. Rozanova, Sergei V. Tishkov

Institute of Economy of Karelian Research Centre of the Russian Academy of Sciences, Republic of Karelia, Russia

## Analysis of production and financial potential as a basis for developing a strategy for modernizing the Russian economy

The article is devoted to an assessment of the potential for modernization of the Russian economy in the face of external challenges that make it difficult for domestic companies to access international financial markets and technologies. The relevance of the study is due to the need to search for own resources for the required large-scale modernization. The purpose of the study is to assess the production and financial potential in the modernization process. This goal predetermines the solution of such

problems as analysis of the current state of the production base, assessment of financial resources for the production upgrade, identification of opportunities and risks in the implementation of modernization processes. In this connection, the authors focus on analyzing the factors constraining modernization processes, such as: a low level of capital accumulation, inadequate development of the financial services market, and uneven spatial accessibility of credit institutions.

Статья подготовлена в рамках бюджетной научно-исследовательской темы «Экономико-математическое моделирование и прогнозирование адаптации региональных социо-эколого-экономических систем к изменениям мировой экономики, изменениям федеральной политики и другим внешним шокам» (№ 0224-2015-0002).

*The methodological apparatus for analyzing the production and financial potential is based on the allocation of basic non-financial sectors of the economy and the financial market, using the methods of detailing, grouping, vertical and horizontal analysis, comparison and synthesis. In addition, graphical analysis is used. The empirical basis of the study was the statistical indicators of the Federal State Statistics Service for the branches of the economy and the data of the Central Bank of the Russian Federation on the state of the banking sector. The theoretical basis was the works of well-known scientists, dedicated to the issues of re-industrialization and the development of strategic priorities for innovative modernization of the Russian economy.*

*The article compares the dynamics of investment in fixed assets with the rate of increase in depreciation of production assets, analyzes the sources of financing investment activities in the part of updating production systems, and assesses the methods of state regulation of the banking sector as one of the main external suppliers of investment resources in non-financial sectors of the economy. The quality of regulation of financial market institutions is assessed from the standpoint of its diversification and ensuring greater accessibility to the borrowed capital of not only business but also the population.*

*Based on the results of the analysis, factors that limit the scope for large-scale structural modernization of the economy are identified.*

*It is revealed that the pace of renewal of fixed capital is insufficient and does not contribute to reducing the wear and tear of production assets in the basic sectors of the Russian economy. The availability of borrowed capital for the modernization of production systems is differentiated in a spatial aspect. The functioning institutions of the financial market also do not ensure equal access to credit resources for small and medium-sized businesses.*

*The scientific novelty of this study is that the authors identified the main problems of the process of modernization and implementation of innovative developments in the context of high levels of depreciation of production systems and inadequate investment resources. In addition, worthy of attention is the conclusion that the structure of the financial services market is inadequate for the scale of structural modernization and it needs to be diversified. The results of the research can find practical application in the development of modernization strategies in the leading sectors of the economy.*

**Keywords:** productivity of production systems, innovative development of regions, global innovation index, the economy modernization, production potential, depreciation of fixed assets, productive investment, disposals of fixed assets, renewal coefficient, financing the investment activities

## Введение

Обозначая главной целью модернизации формирование новой модели российской экономики, закладывающей в основу ее роста инновации, необходимо учитывать наличие на данном этапе устаревающей материально-технической базы производства, требующей замены; не отвечающую современным требованиям структуру экономики; неспособность рыночных регуляторов обеспечить приток инвестиций в наукоемкие, высокотехнологичные отрасли, которые могли бы стать катализатором инновационного развития; дефицит инвестиционных ресурсов в условиях и финансово-экономического кризиса и ряд других ограничений и вызовов, в том числе связанных со сложной геополитической обстановкой. В этой связи одной из актуальных проблем становится оценка возможностей модернизации производственных мощностей, являющихся базой для освоения промышленностью научно-технических разработок, выведения на рынок инновационной продукции.

Исследователи Г.Я. Белякова, Л.Р. Батукова, Л.Я. Щербакова обращают внимание

на необходимость решения данной проблемы, потому что в настоящее время модернизационные процессы в экономике России, их совершенствование и обновление, становятся неотъемлемым фактором инновационного и научно-технологического прорыва [1, 2, 3, 6]. Аналогичного мнения придерживаются А.Г. Аганбегян и В.А. Голенкова [9, 10]. В научно-исследовательском плане возникают и развиваются новые идеи и концепции модернизации. Французский экономист, профессор экономики Гарвардского университета (США) Филипп Агийон доказал на основе эмпирических данных, что успешную модернизацию осуществляли преимущественно крупные вертикально-интегрированные структуры. Российская статистика также подтверждает, что модернизационные и инновационные процессы преобладают в крупных компаниях. В основном современные исследования направлены на обоснование путей повышения экономической эффективности на основе модернизации экономики российских регионов. Данное направление освещается в работах российских учёных А.М. Долгушина, И.В. Побережникова и Е.Л. Торопцева [11,12,14]. Ве-

дется поиск возможностей повышения инновационно-инвестиционной активности. При этом во многих работах акцент сделан на то, что экономика России пространственно неоднородна, количество медленно развивающихся, дотационных регионов не уменьшается. Существуют также ряд исследований российских учёных Г.Я. Белякова, А.Е. Квашнева и Е.Ю. Хрусталёва, которые показывают, что ресурсы (инновационные, энергетические, финансовые, кадровые и др.) концентрируются в нескольких успешных регионах, а потенциал остальных уменьшается [5, 13, 15, 26]. Наши исследования региональных структурных диспропорций показали, что на фоне чрезмерной концентрации ресурсов, капитала, производства в регионах-лидерах слабым регионам остается мало шансов для успешного развития, тем более в инновационном направлении [7,8].

Спорным остается вопрос выбора стратегических приоритетов: что важнее — инновация или модернизация. Полагая, что инновация — это высоко рискованная ставка для бизнеса, а модернизация гораздо менее рискованная стратегия ввиду меньших издержек и рачительного использования ресурсов, страте-

гия модернизации может быть более привлекательной [20, 21, 22]. Ряд авторов доказывают в своих исследованиях, что масштабы модернизации зависят от ресурсных возможностей. Поэтому, несмотря на различные взгляды ученых о точечной или всеохватывающей модернизации [16, 17, 18], наше исследование подтверждает выбор селективного подхода, поскольку масштабную структурную модернизацию, подразумевающую кардинальное изменение структуры экономики с уходом от сырьевой зависимости, невозможно осуществить в короткие сроки, с учетом низкого уровня технико-технологической базы, глубоких пространственных диспропорций в размещении производительных сил, ограниченности доступа к заемному капиталу, в том числе к мировым финансам в связи с санкциями.

В условиях внешних вызовов, затрудняющих отечественным компаниям доступ к международным финансовым рынкам и зарубежным технологиям, основой развития становятся собственные ресурсы. Целью данного исследования является оценка производственного и финансового потенциала в процессе модернизации. Поставленная цель предопределяет решение таких задач как: проведение анализа современного состояния производственной базы, оценка финансовых ресурсов для обновления производства, выявление возможностей и рисков при проведении требуемой масштабной модернизации. При этом основное внимание уделяется анализу факторов, сдерживающих модернизационные процессы, таких как: низкий уровень накопления капитала, неадекватное потребностям экономики развитие рынка финансовых услуг, неравномерность пространственной доступности кредитных организаций.

В методологии анализа производственного и финансового потенциала применяются методы детализации, группировки, вертикального и горизонтального анализа, сравнения и синтеза. Кроме того используется графический анализ. Эмпирическую базу исследования составили статистические показатели Росстата по отраслям экономики и данные Центрального Банка Российской Федерации по состоянию банковской сферы. Теоретической основой послужили труды известных ученых, посвященные вопросам реиндустриализации и выработки стратегических приоритетов инновационной модернизации экономики России.

Для достижения целевой установки проводится сравнение динамики инвестиций в основной капитал с темпами нарастания износа производственных фондов, анализируются источники финансирования инвестиционной деятельности в части обновления производственных систем, дается оценка методов государственного регулирования банковского сектора как одного из основных внешних поставщиков инвестиционных ресурсов в нефинансовые сектора экономики. Качество регулирования финансового рынка оценивается с позиций его диверсификации и обеспечения доступа к заемному капиталу не только бизнеса, но и населения. В работе основной акцент сделан на отраслевой анализ состояния технической базы национальной экономики, выявление возможных источников финансирования инвестиционной деятельности.

#### **Современное состояние производственного потенциала**

По оценкам ряда учёных в настоящее время Россия обладает значительным потенциалом, позволяющим перейти

к пятому технологическому укладу и закрепить некоторые позиции в рамках шестого уклада. Академик РАН В.М. Полтерович и ряд других авторов (О.А. Зеленская, Ж.А. Мингалёва) полагают, что в передовых отраслях конкурентоспособные компании успешно осваивают новые технологии, хотя большая часть производственных систем пока неспособна к освоению инноваций [19, 22, 23].

Тем не менее, отмечается улучшение позиций России в мировых инновационных рейтингах и рейтингах конкурентоспособности. Специалисты Института статистических исследований и экономики знаний (ИСИЭЗ) НИУ ВШЭ отмечают, что Россия стабильно улучшает свои позиции по субиндексу ресурсов инноваций (44-е место), но по эффективности инновационной деятельности позиции страны заметно слабее (69-е место). Это говорит о недостаточно эффективной реализации имеющегося инновационного потенциала. Для его реализации препятствием становится низкий технический уровень сопряженных производств, на базе которых должно осуществляться внедрение инноваций. Также высокую позицию Россия занимает по размеру внутреннего рынка. В то же время эксперты отмечают ограничения, сдерживающие развитие инноваций в стране. Это, например, крайне низкая вовлечённость учёных из России в исследования передового уровня. Слабыми сторонами являются инновационные связи, качество государственного регулирования, валовое накопление капитала, недостаточно развитая сфера венчурного финансирования инновационных проектов [26].

Одной из основных задач, которые необходимо решить в процессе модернизации производственных систем в разных отраслях, является

оценка технического уровня производства и его изменений в результате проектов по модернизации. Инструменты, используемые для такой оценки, должны в равной мере отражать инженерные, экономические и организационные компоненты технического уровня производства. Данные инструменты широко представлены в работах Дёмина, Никитаева и Шохиной [20, 21, 24, 25]. При необходимости выбора той или иной технологии или принятия решения о целесообразности финансирования разработки проекта модернизации предлагается использовать подход, основанный на концепции соответствия тому или иному технологическому укладу. Степень соответствия определяется долей основных фондов, относящихся к доминирующим, передовым и перспективным укладам. Повышение технического уровня позволит повысить эффективность, выраженную в повышении производительности труда. Но данный измеритель в настоящее время не способен в полной мере отразить степень усовершенствования производственных систем. Ведь повышение производительности не всегда можно связать с модернизацией производства, т.к. статистика дает общий показатель производительности труда по видам экономической деятельности. Он может повышаться не только под влиянием технических улучшений, но и в силу того, что многие производства выводят на аутсорсинг участки вспомогательных работ, сокращая численность работников и, соответственно, повышая производительность. Именно по этой причине в нашем исследовании принимается во внимание степень износа производственных фондов, а не производительность.

Высокая степень износа основных производственных фондов, учитывающая в нормах амортизации не только физи-

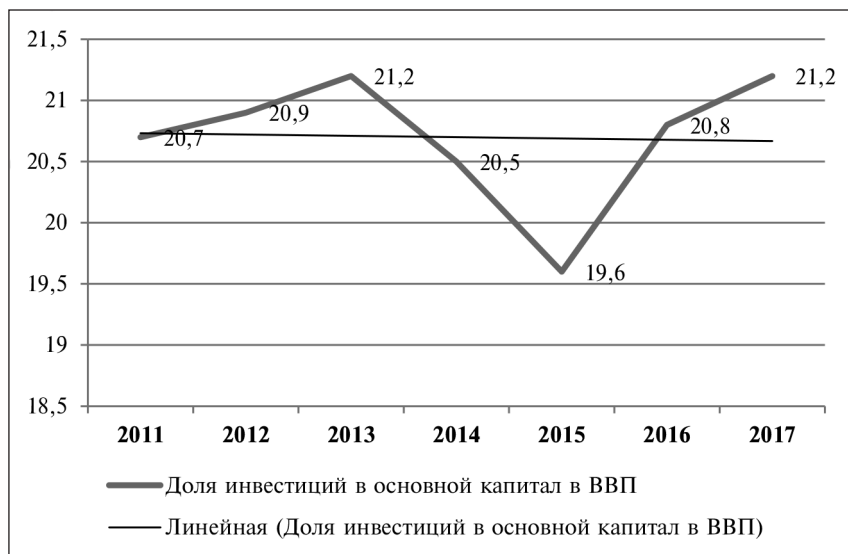


Рис. 1. Доля инвестиций в основной капитал в ВВП (%)



Рис. 2. Индекс роста инвестиций в основной капитал (%)

ческий, но и моральный износ является одним из препятствий для инновационного развития. Поэтому в модернизации производственных систем важным условием являются инвестиции в основной капитал. Анализ динамики инвестиций показывает, что в целом инвестиции в основной капитал относительно объемов ВВП близки к принятым во многих странах нормативам (20–25%). Доля инвестиций в основной капитал к ВВП в Российской Федерации в среднем составляет 20–21% (рис. 1) с тенденцией к незначительному снижению (вследствие значительного спа-

да инвестиционной активности в 2015 г.). По оценке Минфина России, для ускорения модернизационных процессов в экономике потребуется увеличить инвестиции в основной капитал почти в два раза — до 14 трлн руб. в год, что составит примерно 30% ВВП. Индекс роста инвестиций подвержен конъюнктурным колебаниям в связи с общеэкономической обстановкой: падение в период схождения в кризис, рост при выходе из него (рис. 2). В среднем тренд удерживается на уровне 100%.

При сопоставлении инвестиций в основной капитал

и уровня его износа можно отметить, что негативным фактором является не уменьшающаяся в результате инвестиционных вложений, а увеличивающаяся степень износа (табл. 1), что свидетельствует о недостаточности чистых инвестиций (разница между валовыми инвестициями и амортизацией) для улучшения ситуации в производственном секторе. Такое положение характеризуется как «проедание капитала», а не накопление. Только в 2017 г. отрицательная тенденция в валовом накоплении основного капитала (в структуре прироста ВВП по элементам использования) сместилась в положительную зону. Позитивным моментом можно считать в целом положительный тренд по производству инвестиционных товаров, наблюдаемый в последние 3 года.

Наращение степени износа производственного потенциала в Российской Федерации также можно связать с низким уровнем обновления и выбытия основного капитала предприятий и организаций (табл. 2). Уровень обновления основных фондов варьируется по годам и напрямую связан с инвестиционной активностью в разные периоды. Наиболее высоким коэффициент обновления производственного капитала был в 1990 г. и составлял 6,3%. Начало рыночных реформ связано с экономической нестабильностью, поэтому в 90-е годы наблюдается существенное замедление процесса обновления и выбытия. Повышение инвестиционной активности к 2006–2007 годам способствовало улучшению ситуации с привлечением инвестиций в реальный сектор экономики как со стороны отечественных, так и иностранных инвесторов. Выход из кризиса 2008 г. также характеризовался повышением коэффициентов обновления. Однако уровень выбытия основных

**Наращение степени износа основных производственных фондов\***

| Годы | Степень износа основных фондов (%) |
|------|------------------------------------|
| 1991 | 35,4                               |
| 1995 | 39,5                               |
| 1998 | 41,6                               |
| 2000 | 39,3                               |
| 2005 | 45,2                               |
| 2008 | 45,3                               |
| 2013 | 48,2                               |
| 2014 | 49,4                               |
| 2015 | 47,7                               |
| 2016 | 48,1                               |

\*По данным Росстата

Таблица 1

Таблица 2

**Коэффициенты обновления и выбытия основных фондов в Российской Федерации (в сопоставимых ценах)\***

| Годы | Коэффициент обновления (%) | Коэффициент выбытия (%) |
|------|----------------------------|-------------------------|
| 1990 | 6,3                        | 2,4                     |
| 1991 | 5,5                        | 2,1                     |
| 1995 | 1,9                        | 1,9                     |
| 1998 | 1,3                        | 1,4                     |
| 2000 | 1,8                        | 1,3                     |
| 2005 | 3,0                        | 1,1                     |
| 2008 | 4,4                        | 1,0                     |
| 2012 | 4,8                        | 0,7                     |
| 2013 | 4,6                        | 0,7                     |
| 2014 | 4,3                        | 0,8                     |
| 2015 | 3,9                        | 1,0                     |
| 2016 | 4,4                        | 0,8                     |

\*По данным Росстата

фондов остается очень низким на протяжении длительного периода экономических реформ (данное явление можно отнести к наследию советского периода, для которого был характерен низкий уровень выбытия устаревших фондов), что в целом также оказывает влияние на степень износа основного капитала. Хотя и темпы обновления не позволяют говорить о достаточном уровне совершенствования технической и технологической базы и ее соответствии современным требованиям ускорения инновационного развития.

По данным Росстата можно охарактеризовать секторальный срез экономики в части достаточности капитальных вложений для снижения степени износа. В лучшую сторону изменилась ситуация в

сельском хозяйстве. Отчасти это объясняется, что отрасль активно участвует в импортозамещении, наращивает объемы производства сельскохозяйственной продукции, и, как следствие, растет спрос на сельскохозяйственную технику. Соответственно, увеличивается ее производство на отечественных предприятиях, внося вклад в рост инвестиционных товаров. В таких видах экономической деятельности как производство и распределение электроэнергии, газа и воды, гостиницы и рестораны наблюдается снижение износа фондов. Наиболее значимые для экономики страны отрасли — обрабатывающие производства, добыча полезных ископаемых, рыболовство, рыбоводство, транспорт и связь имеют большой круг

**Степень износа основных фондов в РФ по видам экономической деятельности по полному кругу организаций (%)**

| Виды деятельности                                                                                                          | 2004 | 2008 | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|------|------|------|------|------|
| Все основные фонды                                                                                                         | 43,5 | 45,3 | 48,2 | 49,4 | 47,7 | 48,1 |
| в том числе по видам экономической деятельности:                                                                           |      |      |      |      |      |      |
| сельское хозяйство, охота и лесное хозяйство                                                                               | 46,3 | 42,2 | 42,7 | 43,5 | 41,6 | 41,2 |
| рыболовство, рыбоводство                                                                                                   | 57,4 | 62,7 | 64,4 | 58,9 | 52,4 | 50,8 |
| добыча полезных ископаемых                                                                                                 | 54,8 | 50,9 | 53,2 | 55,8 | 55,4 | 57,5 |
| обрабатывающие производства                                                                                                | 47,8 | 45,6 | 46,8 | 46,9 | 47,7 | 50,0 |
| производство и распределение электроэнергии, газа и воды                                                                   | 55,6 | 51,2 | 47,6 | 47,3 | 44,5 | 45,6 |
| строительство                                                                                                              | 42,3 | 45,5 | 50,0 | 51,2 | 50,4 | 48,4 |
| оптовая и розничная торговля; ремонт автотранспортных средств, мотоциклов, бытовых изделий и предметов личного пользования | 40,9 | 33,8 | 39,9 | 43,3 | 39,6 | 42,0 |
| гостиницы и рестораны                                                                                                      | 40,1 | 40,3 | 44,1 | 42,7 | 37,6 | 37,8 |
| транспорт и связь                                                                                                          | 51,4 | 55,1 | 56,5 | 58,3 | 55,8 | 56,0 |
| финансовая деятельность                                                                                                    | 37,8 | 33,1 | 43,6 | 43,3 | 40,5 | 45,3 |
| операции с недвижимым имуществом, аренда и предоставление услуг                                                            | 26,7 | 31,9 | 37,3 | 38,7 | 38,1 | 37,0 |
| государственное управление и обеспечение военной безопасности; обязательное социальное обеспечение                         | 39,4 | 47,9 | 55,5 | 54,4 | 48,2 | 47,6 |
| образование                                                                                                                | 37,0 | 51,0 | 53,9 | 52,5 | 48,0 | 46,8 |
| здравоохранение и предоставление социальных услуг                                                                          | 45,2 | 50,6 | 54,9 | 55,2 | 53,9 | 57,0 |

\*По данным Росстата

предприятий и организаций с устаревшей производственной базой. Особое внимание заслуживает социальный блок. В сфере образования благодаря реализации государственных программ удалось снизить степень износа с 53,9% в 2013 г. до 46,8% в 2016 г., но в здравоохранении еще требуются серьезные вложения (табл. 3). Более благоприятная ситуация в секторах, где капитальные вложения стимулируются прибылью определенного вида деятельности: операции с недвижимостью, оптовая и розничная торговля, финансовая деятельность. Здесь наблюдалось повышение инвестиционной активности, строились новые объекты.

Практика показывает, что на уровне отдельных компаний успешно реализуются инновационные разработки в рамках принятой политики инновационного развития и модернизации, как, к примеру, в ПАО «ФСК ЕЭС», где четко обозначены приоритеты инновационного развития. Определено основное предназначение инноваций и модернизации в повышении энергоэффектив-

ности компании. Инновации здесь рассматриваются как нововведения в области техники, технологии, обеспечивающее качественное повышение эффективности производственной системы и качества предоставляемых услуг и продукции. А модернизация подразумевает усовершенствование, улучшение, обновление объекта, приведение его в соответствие с новыми требованиями и нормами, техническими условиями, показателями качества. Инновационно-модернизационные процессы в компании нацелены на эффективное использование энергетических ресурсов при существующем уровне развития техники и технологии и соблюдении требований к охране окружающей среды [8]. Статистические данные, представленные в табл. 5, свидетельствуют об успешной реализации инновационной политики в энергетике, отражающейся на существенном сокращении износа основных фондов в последнее десятилетие.

На основе проведенного анализа, можно сделать вывод, что по большинству видов

экономической деятельности наблюдается высокий износ основных производственных фондов, требующих реновации и замены. На это потребуется значительное накопление инвестиционных ресурсов как самими предприятиями, нуждающимися в модернизации, так и кредитными организациями, государственными и частными институтами развития.

Исходя из условий функционирования производственных систем при довольно высоком износе основного капитала в ведущих отраслях экономики, предлагается также анализ источников финансирования инвестиций в основной капитал с оценкой современной ситуации в банковском секторе, являющемся базовым источником заемного капитала для осуществления инвестиционных проектов.

#### **Финансовые возможности обновления основного капитала**

Понимание того, что рост российской экономики возможен при условии структурных трансформаций, связанных

Таблица 4

**Динамика показателей платежеспособности организаций в РФ  
(без субъектов малого предпринимательства) \***

| Годы | Коэффициент обеспеченности собственными оборотными средствами | Коэффициент автономии |
|------|---------------------------------------------------------------|-----------------------|
| 1995 | 14,2                                                          | 76,5                  |
| 1996 | -1,0                                                          | <b>80,7</b>           |
| 1997 | -5,6                                                          | 73,9                  |
| 1998 | -17,0                                                         | 65,5                  |
| 2000 | -7,4                                                          | 59,9                  |
| 2005 | -12,5                                                         | 56,2                  |
| 2008 | -14,1                                                         | 50,5                  |
| 2010 | <b>-14,1</b>                                                  | <b>52,4</b>           |
| 2014 | <b>-41,2</b>                                                  | <b>40,1</b>           |
| 2015 | <b>-42,6</b>                                                  | <b>39,9</b>           |

\*По данным Росстата

с технологической модернизацией при благоприятном инвестиционном климате, приводит к неизбежности адекватного развития рынка финансовых услуг. Поэтому основой экономического роста, базовой составляющей которого являются новые технологии и инновационные товары, должно быть насыщение экономики денежными ресурсами, так как процесс накопления собственного капитала для модернизации даже у крупного бизнеса может отставать от скорости изменения внешней среды и условий конкуренции. Проблемой становится то, что наша экономика, основана на упрощенной финансовой структуре, которая в последние годы в плане диверсификации не совершенствуется, сужая возможности финансирования реального сектора. Фактически происходит подавление всех финансовых инструментов, кроме банковских кредитов. Если в США в большей степени развит фондовый рынок, то в России основную роль в финансировании экономики играют банки (их доля около 90%), тогда как рынки ценных бумаг и венчурного капитала развиваются слабо. Также недостаточно развит с позиций инвестиций в малый инновационный бизнес сегмент микрокредитования. По мнению Якова Миркина, заведующего отделом международных рынков капитала ИМЭМО РАН, России требуется создание «финансовой машины, которая будет производить экономический рост», полагая, что «чем больше и глубже монетизация экономики, тем ниже стоимость денег, тем более индустриальна страна, тем более она развита» [20].

Недостаточность собственного капитала для модернизации производства отчасти доказывается низким уровнем обеспеченности денежными средствами даже текущей деятельности, о чем свидетельству-



**Рис. 3. Структура инвестиций в основной капитал по источникам финансирования**

ет снижение коэффициента автономии и уход в отрицательную зону с середины 90-х годов коэффициента обеспеченности собственными оборотными средствами (табл. 4).

Вместе с тем в структуре инвестиций в основной капитал собственные средства преобладают над другими источниками финансирования (рис. 3). Их доля в 2017 г. была выше, чем в два предшествующих десятилетия и составила 52,1%. Безусловно, накопление инвестиционных ресурсов могут позволить себе прибыльные предприятия. В послед-

ние годы их доля увеличилась. По данным Росстата, их доля прибыльных предприятий и организаций в общей численности составляла в 2014, 2015, 2016 гг. соответственно 67, 71,9, 74% (в первом полугодии 2017 г. — 68,4%). На втором месте остаются бюджетные средства, хотя доля данного источника снизилась с 22% в 2000 г. до 16,3% в 2017 году. Кредиты банков с 2008 г. держатся в границах 8–11%. При этом в 2017 г. доля кредитов иностранных банков составила 6,8% или 62,4% от общей суммы банковского кредитова-

ния. Хотя, как было отмечено ранее, среди внешних источников финансирования капитальных вложений в основной капитал основная роль отводится банковскому сектору.

Анализируя ситуацию в банковском секторе, ее нельзя назвать благоприятной с позиций пространственного распределения кредитных организаций и доступности заемных средств для разных субъектов хозяйствования. Во-первых, только за годы действия санкций (после 2014 г.) произошло резкое сокращение численности банков (табл. 7 — здесь выделены не все банки по объемам уставного капитала, а только крупные). Как видно, наиболее крупные банки остались в ЦФО, причем преимущественно в г. Москва. За Уралом, где сосредоточены основные ресурсы России, что можно рассматривать в качестве огромного потенциала развития Сибири и Дальнего Востока, пространственная обеспеченность банковскими структурами существенно ниже, чем в европейской части.

Однако вместо решения проблемы пространственной обеспеченности организациями, предоставляющими ссудо-сберегательные услуги, в развитии банковского сектора наблюдается существенное снижение численности кредитных организаций (рис. 4). В основном такая тенденция объясняется ужесточением требований ЦБ РФ к уставному капиталу банков, вследствие чего происходит их укрупнение. Вследствие слияний средних по величине уставного капитала и поглощений мелких банков крупными доминантой становится создание более мощных банковских структур. Не учитывается тот факт, что небольшие населенные пункты могли бы успешно пользоваться услугами малых банков. Фактически за годы реформ не разработана стратегия дивер-

Таблица 5

**Группировка действующих кредитных организаций по величине зарегистрированного уставного капитала в территориальном разрезе (по состоянию на 01.01.2014 г.)\***

| Наименование региона         | От 500 млн руб. – 1 млрд руб. | От 1 до 10 млрд руб. | От 10 млрд руб. и выше | Всего      | Справочно: На 1.04.2018<br>Всего/в т.ч. крупных от 10 млрд руб. и выше |
|------------------------------|-------------------------------|----------------------|------------------------|------------|------------------------------------------------------------------------|
| <b>РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ</b>  | <b>116</b>                    | <b>161</b>           | <b>25</b>              | <b>923</b> | <b>542/34</b>                                                          |
| в т.ч. <b>ЦЕНТРАЛЬНЫЙ ФО</b> | <b>82</b>                     | <b>117</b>           | <b>21</b>              | <b>547</b> | <b>307/28</b>                                                          |
| г. Москва                    | 77                            | 114                  | 21                     | 489        | 268/28                                                                 |
| <b>СЕВЕРО-ЗАПАДНЫЙ ФО</b>    | <b>8</b>                      | <b>9</b>             | <b>0</b>               | <b>70</b>  | <b>43/0</b>                                                            |
| г. Санкт-Петербург           | 5                             | 7                    | 0                      | 41         | 34/0                                                                   |
| <b>ЮЖНЫЙ ФО</b>              | <b>4</b>                      | <b>1</b>             | <b>0</b>               | <b>46</b>  | <b>34/1</b>                                                            |
| Краснодарский край           | 2                             | 1                    | 0                      | 15         | 10/0                                                                   |
| Ростовская область           | 2                             | 0                    | 0                      | 16         | 10/0                                                                   |
| <b>СЕВЕРО-КАВКАЗСКИЙ ФО</b>  | <b>2</b>                      | <b>0</b>             | <b>0</b>               | <b>43</b>  | <b>15/0</b>                                                            |
| <b>ПРИВОЛЖСКИЙ ФО</b>        | <b>10</b>                     | <b>20</b>            | <b>3</b>               | <b>102</b> | <b>69/4</b>                                                            |
| <b>УРАЛЬСКИЙ ФО</b>          | <b>3</b>                      | <b>9</b>             | <b>1</b>               | <b>42</b>  | <b>25/1</b>                                                            |
| <b>СИБИРСКИЙ ФО</b>          | <b>3</b>                      | <b>4</b>             | <b>0</b>               | <b>51</b>  | <b>31/0</b>                                                            |
| <b>ДАЛЬНЕВОСТОЧНЫЙ ФО</b>    | <b>4</b>                      | <b>1</b>             | <b>0</b>               | <b>22</b>  | <b>18/0</b>                                                            |

\*По данным Росстата



**Рис. 4. Изменение численности кредитных организаций (по данным Банка России)**

сификации банковской структуры с учетом потребностей как крупных агломераций, так и малых городов и сельских муниципальных образований.

Сокращается также филиальная сеть крупных банков (рис. 5). Таким образом, в раз-

витии финансового сектора происходит процесс концентрации. При ее положительном влиянии на конкурентоспособность как банковского, так и нефинансовых секторов экономики, в пространственном аспекте мы имеем целый ряд



Рис. 5. Динамика численности филиалов кредитных организаций (по данным Банка России)

проблем и рисков для потенциальных инвесторов, которые делают свои вложения в более благоприятных для развития бизнеса местах. Они предпочитают делать свои вложения в более благоприятных для развития бизнеса местах, где выше потребительский спрос и оптимальна транспортная доступность рынков сбыта. Тем самым процесс территориальной дифференциации может только усиливаться.

Таким образом, (по состоянию на 1.04.2018 г.) крупные банки с уставным капиталом от 10 млрд руб. и выше преимущественно сосредоточены в Москве — 28 единиц, Республике Татарстан — 2, Самарской области — 2 и по одному в Свердловской области и Республике Крым. Также на рынке банковского кредитования осталось 115 банков с уставным капиталом (УК) от 1 до 10 млрд руб. и 71 банк с УК от 500 млн руб. до 1 млрд рублей. Следовательно, из второй и третьей группы ушли с рынка или перешли в другую категорию соответственно 46 и 45 банков. На 01.01.2018 года количество действующих банков в России составляло 561, т.е. за 2017 год их число сократилось на 62; за 2016 г. — на

110 единиц, а за 2015 г. — на 101 единицу. Сокращение банков в 2018 году несколько замедлилось, хотя за 1 квартал численность сократилась на 19 банков. Тем не менее, в сторону закрытия или присоединения к другим банкам движутся — 140 банков, чей уставный капитал не соответствует требованиям — эти банки находятся в зоне риска.

Вместе с тем основные показатели деятельности банков находятся в положительном тренде. Так, по данным ЦБ РФ, происходит укрупнение банков по уставному капиталу, увеличиваются объемы привлеченных средств и объемы кредитования (табл. 6). Хотя крупные инвестиционные проекты в стране осуществляются преимущественно с участием государства,

либо банки разделяют кредитные риски с государственными институтами развития.

Освободившееся пространство с уходом банков быстро занимают микрофинансовые организации. В 2017 году совокупный объем портфеля микрозаймов (включая МФО, кредитные кооперативы и ломбарды) вырос на 30%, до 242 млрд руб. При этом отдельно на микрозаймы (выдаются в среднем в данном финансовом сегменте под 614%) приходится 50% сегмента (порядка 121 млрд руб.). Безусловно, очень высокая процентная ставка для населения, пользующегося данными займами, весьма обременительна. Вместе с тем, только в декабре 2017 года россияне получили 2,1 млн микрозаймов объемом 24 млрд руб, что стало абсолютным рекордом за последние десять лет. При этом результаты роста портфеля займов в декабре были выше среднемесячных по году на 33%. За год объем портфеля микрозаймов вырос на 30%. Сдержанная политика банков в необеспеченном кредитовании была одним из факторов роста этого сегмента.

Для сравнения: розничное банковское кредитование за 11 месяцев 2017 года, по данным ЦБ, выросло на 11,1%, до 12 трлн руб. Прирост портфеля необеспеченных потребительских кредитов за 11 месяцев 2017 года составил около 9–10% (до 6,3 трлн руб.).

В целом в конце 2017 — начале 2018 г. ситуация в рос-

Таблица 6

Показатели деятельности кредитных организаций РФ\*

| Показатели                                                                                                                                  | 2005 г. | 2010 г. | 2015 г. | 2017 г. |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|---------|---------|---------|
| Зарегистрированный уставный капитал действующих кредитных организаций, млрд руб.                                                            | 380,5   | 1244,4  | 1840,3  | 2383,2  |
| Депозиты, кредиты и прочие привлеченные кредитными организациями средства, млрд руб. — всего                                                | 3501,9  | 16159,4 | 42334,9 | 49412,2 |
| Кредиты, депозиты и прочие размещенные средства, предоставленные организациям, физическим лицам и кредитным организациям, млрд руб. — всего | 4373,1  | 19179,6 | 49069,5 | 52816,0 |

\*По данным Росстата

сийской финансовой системе оставалась стабильной. Внутренние денежно-кредитные условия продолжили плавное смягчение на фоне снижения Банком России ключевой ставки при достигнутом низком уровне инфляции, что отразилось на рыночных процентных ставках: заемный капитал стал дешевле и доступнее. В то же время на неценовые условия кредитования, которые смягчались в меньшей степени, чем ценовые, оказывал влияние консервативный подход банков к оценке кредитных рисков. В этой связи для компаний кредитные условия, в том числе неценовые, в большей мере пока остаются сдерживающими. По прогнозам Банка России, по мере постепенного смягчения кредитных условий и повышения экономической активности будет восстанавливаться и рост кредитной активности.

На рынке финансовых услуг остается целый спектр нерешенных проблем:

- уход с рынка малых и средних банков и легальных МФО;
- неполнота пространственного охвата финансовыми услугами в регионах;
- ограниченный доступ к получению кредитов в банках;
- высокие риски для населения и бизнеса на рынке микрофинансирования;
- рост нелегальных микрокредиторов (или т.н. «черных кредиторов»).

Поскольку и на рынке микрокредитования происходит укрупнение организаций, в последние два года практически сократилось две трети сельскохозяйственных кредитных кооперативов, что закрыло сельскому бизнесу доступ к заемному капиталу и лишило сельские территории собственного потенциала развития. Таким образом, проблема пространственной доступности к кредитным ресурсам для малого бизнеса в малых городах и сельской местности остается

нерешенной. В то же время, крупные микрофинансовые компании, осуществляющие кредитование малого бизнеса, являются преимущественно государственными. В отношении воздействия микрофинансового рынка по повышению потребительского спроса со стороны населения, являющегося также стимулом для повышения инвестиционной активности, мы имеем скорее отрицательный эффект. Ведь население, в конечном счете, беднеет и истощает потенциал домашних хозяйств, прибегая к столь дорогим займам, выдаваемым микрофинансовыми организациями. Причем объемы кредитования населения растут преимущественно в слабо развитых регионах. А малый размер займов («до зарплаты»), выдаваемый МФО, который в текущем периоде продолжил снижение в отличие от увеличивающегося размера банковских потребительских кредитов, говорит о том, что население использует заемный капитал не на товары длительного спроса, а на повседневные траты. Высокий уровень бедности также является главным препятствием для инновационного развития, поскольку качество спроса снижается.

Из вышеизложенного следует, что в развитии финансового сектора наблюдается процесс концентрации. Концентрация позволила укрупнить банковский сектор, повысив его конкурентоспособность. В условиях глобализации эту тенденцию можно характеризовать как положительную. Но в масштабах России пространственная дифференциация в региональном развитии порождает целый ряд проблем. Нерешенные проблемы становятся заботой государства.

## Заключение

Проведенное исследование показало, что основным препятствием для масштабной мо-

дернизации является высокая степень износа основных фондов по многим весьма значимым для социально-экономического развития страны видам экономической деятельности. Скорость процесса модернизации экономики и выход ее на инновационную траекторию развития зависит от многих факторов, и в первую очередь от доступности кредитных ресурсов. По результатам исследования можно сделать следующие выводы:

- В связи с неравномерным экономическим развитием регионов и слабо диверсифицированным рынком финансовых услуг темпы обновления основного капитала пока остаются недостаточными.

- Качество финансовых услуг с точки зрения их диверсификации за длительный период трансформации финансового рынка не улучшилось;

- Качество государственного регулирования и обеспечения условий для кредитования не только населения, но и бизнеса в пространственном аспекте остается на низком уровне, поскольку действия регулятора фактически не оставили рыночного пространства для малых банков и небанковских структур;

- Доступность заемного капитала для модернизации производственных систем дифференцирована в пространственном аспекте, что снижает потенциал развития во многих регионах России;

- Действующие институты финансового рынка не обеспечивают равный доступ к кредитным ресурсам субъектам малого и среднего предпринимательства.

- Население, пользующееся микрозаймами, составляющими половину сегмента микрофинансового рынка еще больше беднеет. Снижается потенциал домашних хозяйств;

- От доходов населения зависит как накопление инвестиционных ресурсов, так и

потребительский спрос. Низкие доходы остаются основным риском для инвесторов;

- Необходимость совершенствования регулятивных механизмов на рынке финансовых услуг становится все более очевидной в силу того, что во многих регионах хозяйствующим субъектам затруднен доступ к заемному капиталу.

Таким образом, основным результатом анализа является выделение факторов, ограничивающих возможности мас-

штабной структурной модернизации экономики. Научная новизна данного исследования заключается в том, что выявлены и сформулированы основные риски и ограничения процесса модернизации и внедрения инновационных разработок в условиях высокого уровня износа производственных систем и недостаточности инвестиционных ресурсов. Результаты исследования могут найти практическое применение при разра-

ботке стратегий модернизации в ведущих отраслях экономики. Также заслуживает внимания вывод о неадекватности структуры рынка финансовых услуг требуемым масштабам структурной модернизации. Данное направление остается недостаточно изученным и необходимо продолжение исследований в плане разработки предложений по диверсификации институциональной структуры финансового рынка.

## Литература

1. Белякова Г.Я., Батукова Л.Р. Инновационная модернизация экономики: сущность понятия, его взаимосвязь с понятиями модернизация и модернизация экономики // Фундаментальные исследования. 2013. № 10–11. С. 2495–2498.
2. Белякова Г.Я., Батукова Л.Р. К устранению разночтений...формирование методологической платформы модернизации: проблема подмены понятий «модернизация» и «инновационное развитие» // Креативная экономика. 2011. № 1. С. 10–16.
3. Щербак Л.А. Модернизация российской экономики: многофакторная задача со многими неизвестными // ЭКО. 2010. № 9. С. 73–93.
4. Карасёва Л.А. Экономико-теоретические основы модернизации экономики (к вопросу о действительной и мнимой модернизации) // Национальные интересы: приоритеты и безопасность. 2011. № 33. С. 11–17.
5. Белякова Г.Я., Батукова Л.Р. Формирование методологической платформы модернизации: проблема подмены понятий модернизация и инновационное развитие // Креативная экономика. 2011. № 1. С. 10–16.
6. Штомпка П. Модернизация как социальное становление (10 тезисов по модернизации) // Экономические и социальные перемены: факты, тенденции, прогноз. 2013. № 6 (30). С. 119–126.
7. Розанова Л.И. Поляризация пространства в условиях производственно-финансовой концентрации в лидирующих регионах // NB: Национальная безопасность. 2014. № 3. С. 206–271. DOI: 10.7256/2306-0417.2014.3.12125. URL: [http://e-notabene.ru/nb/article\\_12125.html](http://e-notabene.ru/nb/article_12125.html)
8. Тишков С.В., Розанова Л.И., Поташева О.В. Методологические подходы к оценке инновационной активности и формированию инновационной среды в периферийном регионе // Друкеровский вестник. 2018. № 3. С. 212–220.

## References

1. Belyakova G.YA., Batukova L.R. Innovatsionnaya modernizatsiya ekonomiki: sushchnost' ponyatiya, ego vzaimosvyaz' s ponyatiyami modernizatsiya i modernizatsiya ekonomiki. Fundamental'nyye issledovaniya. 2013. No. 10–11. P. 2495–2498. (In Russ.)
2. Belyakova G.YA., Batukova L.R. K ustraneniyu raznochteniy...formirovaniye metodologicheskoy platformy modernizatsii: problema podmeny ponyatiy «modernizatsiya» i «innovatsionnoye razvitiye». Kreativnaya ekonomika. 2011. No. 1. P. 10–16. (In Russ.)
3. SHCHerbakova L.A. Modernizatsiya rossyskoy ekonomiki: mnogofaktornaya zadacha so mnogimi neizvestnymi. EKO. 2010. No. 9. P. 73–93. (In Russ.)
4. Karaseva L.A. Ekonomiko-teoreticheskiye osnovy modernizatsii ekonomiki (k voprosu o deystvitel'noy i mnimoy modernizatsii). Natsional'nyye interesy: priority i bezopasnost'. 2011. No. 33. P. 11–17. (In Russ.)
5. Belyakova G.YA., Batukova L.R. Formirovaniye metodologicheskoy platformy modernizatsii: problema podmeny ponyatiy modernizatsiya i innovatsionnoye razvitiye. Kreativnaya ekonomika. 2011. No. 1. P. 10–16. (In Russ.)
6. SHtompka P. Modernizatsiya kak sotsial'noye stanovleniye (10 tezisov po modernizatsii). Ekonomicheskiye i sotsial'nyye peremeny: fakty, tendentsii, prognoz. 2013. No. 6 (30). P. 119–126. (In Russ.)
7. Rozanova L.I. Polyarizatsiya prostranstva v usloviyakh proizvodstvenno-finansovoy kontsentratsii v lideruyushchikh regionakh. NB: Natsional'naya bezopasnost'. 2014. No. 3. P. 206–271. DOI: 10.7256/2306-0417.2014.3.12125. URL: [http://e-notabene.ru/nb/article\\_12125.html](http://e-notabene.ru/nb/article_12125.html) (In Russ.)
8. Tishkov S.V., Rozanova L.I., Potasheva O.V. Metodologicheskiye podkhody k otsenke innovatsionnoy aktivnosti i formirovaniyu innovatsionnoy sredy v periferiynom regione. Drukerovskiy vestnik. 2018. No. 3. P. 212–220. (In Russ.)

9. Голенков В.А., Степанов Ю.С., Садков В.Г., Машегов П.Н. Стратегия инновационного развития регионов России и роль университетских комплексов в модернизации образования / Издание второе, переработанное и дополненное. М.: Машиностроение 1, 2007. 298 с.
10. Аганбегян А.Г. Уроки кризиса: России нужна модернизация и инновационная экономика // ЭКО. 2010. № 1. С. 34–60.
11. Долгушин А.М. Модернизация промышленности — основа модернизации экономики России // Экономические исследования. 2017. № 1. С. 6.
12. Побережников И.В. Пространственные особенности российских модернизаций XVIII–XIX ВВ // Вестник Уральского института экономики, управления и права. 2010. № 2–11. С. 93–102.
13. Квашнева А.Е. Производительность труда в условиях поиска экономического роста: императивы и приоритеты бизнеса // Региональные проблемы преобразования экономики. 2017. № 8. С. 55–63.
14. Торопцев Е.Л., Таточенко Т.В. Теоретические основы управления модернизацией и экономическим ростом // Региональная экономика: теория и практика. 2011. № 2. С. 2–11.
15. Хрусталёв Е.Ю., Славянов А.С. Проблемы формирования инвестиционной стратегии инновационно ориентированного экономического роста // Проблемы прогнозирования. 2011. № 3. С. 19–30.
16. Лисина Е.Б. Ресурсы управления модернизацией российской экономики на основе инноваций // Инновации. 2010. № 9. С. 73–76.
17. Чеберко Е.Ф. Сравнительный анализ трех российских модернизаций // Научные труды Северо-Западного института управления. 2013. Т. 4. № 1 (8). С. 56–64.
18. Полтерович В. Гипотеза об инновационной паузе и стратегия модернизации // Вопросы экономики. 2009. № 6. С. 4–23.
19. Стратегия модернизации российской экономики / Под ред. акад. В.М. Полтеровича. М., 2010. 424 с.
20. Гуриев С.М. Модернизация или инновации: что важнее для экономики России? URL: <http://www.forbes.ru/ekonomika-column/vlast/60051-modernizatsiyaili-innovatsii-chto-vazhnee-dlya-ekonomiki-rossii> (дата обращения 12.05.2018).
21. Демин С.С. Концептуальные основы инновационной модернизации высокотехнологичных и наукоемких отраслей экономики России // Вестник МГОУ. Серия «Экономика». № 2. 2011. С. 12–14.
22. Зеленская О.А., Шубина О.В. Особенности управления модернизацией экономики региона // Вестник Южно-Российского государственного технического университета (Новочеркасского политехнического института).
9. Golenkov V.A., Stepanov YU.S., Sadkov V.G., Mashegov P.N. Strategiya innovatsionnogo razvitiya regionov Rossii i rol' universitetskikh kompleksov v modernizatsii obrazovaniya / Izdaniye vtoroye, pererabotannoye i dopolnennoye. Moscow: Mashinostroyeniye 1, 2007. 298 p. (In Russ.)
10. Aganbegyan A.G. Uroki krizisa: Rossii nuzhna modernizatsiya i innovatsionnaya ekonomika. EKO. 2010. No.1. P. 34–60. (In Russ.)
11. Dolgushin A.M. Modernizatsiya promyshlennosti — osnova modernizatsii ekonomiki rossii. Ekonomicheskiye issledovaniya. 2017. No. 1. P. 6. (In Russ.)
12. Poberezhnikov I.V. Prostranstvennyye osobennosti rossiyskikh modernizatsiy XVIII–XIX VV. Vestnik Ural'skogo instituta ekonomiki, upravleniya i prava. 2010. No. 2–11. P. 93–102. (In Russ.)
13. Kvashneva A.E. Proizvoditel'nost' truda v usloviyakh poiska ekonomicheskogo rosta: imperativy i prioritety biznesa. Regional'nyye problemy preobrazovaniya ekonomiki. 2017. No. 8. P. 55–63. (In Russ.)
14. Toroptsev E.L., Tatochenko T.V. Teoreticheskiye osnovy upravleniya modernizatsiyey i ekonomicheskim rostom. Regional'naya ekonomika: teoriya i praktika. 2011. No. 2. P. 2–11. (In Russ.)
15. Khrustalev E.YU., Slavyanov A.S. Problemy formirovaniya investitsionnoy strategii innovatsionno oriyentirovannogo ekonomicheskogo rosta. Problemy prognozirovaniya. 2011. No. 3. P. 19–30. (In Russ.)
16. Lisina E.B. Resursy upravleniya modernizatsiyey rossiyskoy ekonomiki na osnove innovatsiy. Innovatsii. 2010. No. 9. P. 73–76. (In Russ.)
17. Sheberko E.F. Sravnitel'nyy analiz trekh rossiyskikh modernizatsiy. Nauchnyye trudy Severo-Zapadnogo instituta upravleniya. 2013. Vol. 4. No. 1 (8). P. 56–64. (In Russ.)
18. Polterovich V. Gipoteza ob innovatsionnoy pauze i strategiya modernizatsii. Voprosy ekonomiki. 2009. No.6. P. 4–23. (In Russ.)
19. Strategiya modernizatsii rossiyskoy ekonomiki. Ed. akad. V.M. Polterovicha. Moscow, 2010. 424 p. (In Russ.)
20. Guriyev S.M. Modernizatsiya ili innovatsii: chto vazhneye dlya ekonomiki Rossii? URL: <http://www.forbes.ru/ekonomika-column/vlast/60051-modernizatsiyaili-innovatsii-chto-vazhnee-dlya-ekonomiki-rossii> (accessed 12.05.2018). (In Russ.)
21. Demin S.S. Kontseptual'nyye osnovy innovatsionnoy modernizatsii vysokotekhnologichnykh i naukoymkikh otrasley ekonomiki Rossii. Vestnik MGOU. Seriya «Ekonomika». No. 2. 2011. P. 12–14 (In Russ.)
22. Zelenskaya O.A., Shubina O.V. Osobennosti upravleniya modernizatsiyey ekonomiki regiona. Vestnik YUzhno-Rossiyskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta (Novocherkasskogo politekhnicheskogo instituta). Seriya: Sotsial'no-eko-

Серия: Социально-экономические науки. 2012. № 3. С. 178–182.

23. Мингалева Ж.А. Модернизация национальной экономики на основе стратегии инновационного развития // Современные проблемы науки и образования. 2012. № 2. URL: <http://science-education.ru/ru/article/view?id=5987> (дата обращения: 15.05.2018).

24. Никитаев В. Модернизация vs. Инновация URL: <http://www.russ.ru/pole/Modernizatsiya-vs.-Innovatsiya>

25. Шохина Е. Реиндустриализация вместо заботы об инфляции URL: <http://expert.ru/2013/07/11/reindustrializatsiya-vmesto-zaboty-ob-inflyatsii/>

26. О силе и слабости национальной инновационной системы URL: <http://www.strf.ru/material.aspx?CatalogId=223>

nomicheskiye nauki. 2012. No. 3. P. 178–182. (In Russ.)

23. Mingaleva ZH.A. Modernizatsiya natsional'noy ekonomiki na osnove strategii innovatsionnogo razvitiya. Sovremennyye problemy nauki i obrazovaniya. 2012. No. 2. URL: <http://science-education.ru/ru/article/view?id=5987> (accessed: 15.05.2018). (In Russ.)

24. Nikitayev V. Modernizatsiya vs. Innovatsiya URL: <http://www.russ.ru/pole/Modernizatsiya-vs.-Innovatsiya> (In Russ.)

25. SHokhina E. Reindustrializatsiya vmesto zaboty ob inflyatsii URL: <http://expert.ru/2013/07/11/reindustrializatsiya-vmesto-zaboty-ob-inflyatsii/> (In Russ.)

26. O sile i slabosti natsional'noy innovatsionnoy sistemy URL: <http://www.strf.ru/material.aspx?CatalogId=223> (In Russ.)

#### Сведения об авторах

**Людмила Ивановна Розанова**

Эл. почта: [lirzanova@mail.ru](mailto:lirzanova@mail.ru)

Институт экономики КарНЦ РАН, ФИЦ  
«Карельский научный центр РАН», Республика  
Карелия, Россия

**Сергей Вячеславович Тишков**

Эл. почта: [insteco\\_85@mail.ru](mailto:insteco_85@mail.ru)

Институт экономики КарНЦ РАН, ФИЦ  
«Карельский научный центр РАН», Республика  
Карелия, Россия

#### Information about the authors

**Lyudmila I. Rozanova**

E-mail: [lirzanova@mail.ru](mailto:lirzanova@mail.ru)

Institute of Economy of Karelian Research Centre  
of the Russian Academy of Sciences, Republic of  
Karelia, Russia

**Sergey V. Tishkov**

E-mail: [insteco\\_85@mail.ru](mailto:insteco_85@mail.ru)

Institute of Economy of Karelian Research Centre  
of the Russian Academy of Sciences, Republic of  
Karelia, Russia

## Статистическая оценка качества трудовой жизни работников в Российской Федерации

Качество жизни является важной категорией, которая представляет собой всестороннюю характеристику уровня и условий жизни. В настоящее время качество трудовой жизни является составляющей понятия «качество жизни». Качество трудовой жизни позволяет определить условия труда, его организацию с позиции оптимальной реализации способностей работников. В статье проведен анализ отечественных подходов к определению и оценке качества трудовой жизни. Проведенное исследование позволило авторам сделать следующие выводы: качество трудовой жизни характеризуется множеством показателей и индикаторов, а обязательным условием изучения качества трудовой жизни является разработка методик, позволяющих осуществить оценку исследуемой категории.

В статье для оценки качества трудовой жизни работников Российской Федерации выделен ряд показателей, которые ее наиболее полно отражают. По мнению авторов, это занятость, безопасность труда, заработная плата, квалификация и производительность труда. На основе официальной статистики Федеральной службы государственной статистики проведен анализ динамики перечисленных выше показателей в гендерном разрезе и в разрезе федеральных округов Российской Федерации. Проведенный статистический анализ позволил сделать вывод, что около половины рабочих заняты на работах с вредными и опасными условиями труда на предприятиях. Наиболее травмоопасными видами деятельности являются добывающие виды экономической деятельности и первичной переработки природных ресурсов.

Авторами в результате проведенного анализа выявлено, что в России существует значительная дифференциация между до-

ходами работников на предприятиях. Неравенство заработных плат четко выражено по отраслям народного хозяйства. В настоящее время существует явный перевес в сторону финансовых и добывающих направлений экономической деятельности. Работники российских предприятий имеют высокий уровень образования и квалификацию. Однако, несмотря на это начиная с 2010 года, на предприятиях падает производительность труда. Кроме того, в статье описана методика интегральной оценки качества трудовой жизни, основанная на исследовании социально-трудовой сферы федеральных округов России. На основе данной авторской методики рассчитаны и проанализированы интегральные показатели качества трудовой жизни населения Российской Федерации в разрезе федеральных округов и определен рейтинг каждого из них.

В статье отмечено, что качество трудовой жизни отражает не только условия труда и его оплату, но и отношения в рабочем коллективе, мотивацию персонала к трудовой деятельности. Определены наиболее важные мотивационные факторы и характеристики социально-психологического климата предприятия. Предложенный авторами набор индикаторов и методы оценки качества трудовой жизни населения могут быть полезны органам местного самоуправления для определения рейтинговых оценок качества трудовой жизни работников муниципальных образований, и тем самым для принятия различных управленческих решений.

**Ключевые слова:** трудовые ресурсы, качество трудовой жизни, безопасность труда, охрана труда, заработная плата, квалификация, производительность труда, мотивация, психологический климат, интегральная оценка, методика, рейтинг

Vera V. Zholudeva<sup>1</sup>, Nadezhda F. Melnichenko<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Yaroslavl State Agricultural Academy, Yaroslavl, Russia

<sup>2</sup>Moscow International University, Moscow, Russia

## Statistical evaluation of the quality of working life of employees in the Russian Federation

Quality of life is one of the most important characteristics that reflects a comprehensive description of the level and living conditions. Nowadays quality of working life is an integral feature of "Quality of Life". Quality of working life identifies working conditions and labor management. The quality of working life allows us to determine the working conditions, its organization from the perspective of the optimal realization of the abilities of employees.

The article analyzes the domestic approaches to the definition and evaluation of the quality of working life. The conducted research allowed the authors to draw the following conclusions: the quality of working life is characterized by a multitude of indicators, and the required condition for studying the quality of working life is the development of techniques that allow the evaluation of the studied category.

The goal is to evaluate the quality of working life in Russia.

**Methods.** A number of indicators are presented to estimate the quality of working life of employees in the Russian Federation. According to the authors, those indicators are employment, labor safety, work safety, salary, and competence level and workforce productivity. The analysis that is based on data from Federal State Statistics Service has been done in view of gender factors and federal district differences. According to this analysis, the general part of workforce has jobs with harmful or dangerous working conditions. Extractive and process industries are considered the most hazardous.

The article describes the method of integrated assessment of working life quality, based on the study of social and labor sphere of the Federal districts of Russia. Based on this author's method, the integral indicators of the quality of working life of the population of the Russian Federation in the context of Federal districts are calculated and analyzed and the rating of each of them is determined.

**Results.** The article notes that the quality of working life reflects not only the working conditions and its payment, but also the relations in the working collective, the motivation of the personnel to work. The most important motivational factors and characteristics of the socio-psychological climate of the enterprise are determined. The set of indicators, proposed by the authors and the methods of assessing the quality of the working life of the population can be

useful to local governments for determining the rating of the quality of working life of officers in municipalities, and thus for making various managerial decisions.

**Keywords:** labor force, quality of working life, labor safety, work safety, salary, competence level, workforce productivity, motivation, psychological climate, integral assessment, methodology, rating

## Введение

Состояние трудовых ресурсов и качества трудовой жизни являются важными показателями социально-экономического потенциала и национального богатства каждой страны [1]. Оценка качества трудовой жизни важна, так как на ее основе возможна выработка эффективных механизмов реализации социально-трудовой политики.

Термин «качество трудовой жизни» впервые был использован С. Робинсоном в 1972 году на международной конференции, посвященной проблемам трудовых отношений [2].

В настоящее время нет единого мнения в определении исследуемого понятия. Различные российские авторы дают разные определения качества трудовой жизни. Некоторые из них представлены в табл. 1.

Анализ приведенных выше определений позволяет сделать вывод, что российские экономисты рассматривают категорию «качество трудовой жизни» как мотиватор, влияющий на формирование, реализацию и развитие трудового потенциала работников. Нам импонирует определение, данное А.П. Егоршиным, и мы полагаем, что поскольку качество трудовой жизни можно рассматривать как интегральный показатель, а, следовательно, для его оценки можно применять весь арсенал статистических методов.

При оценке качества трудовой жизни остается открытым перечень анализируемых параметров. Нами проанализированы перечни показателей качества трудовой жизни, предложенные различными российскими исследователями и представлены в табл. 2.

## Определения понятия «качество трудовой жизни»

| № п/п | Автор                                                    | Определение/характеристика                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|-------|----------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1     | Журавлев П.В.<br>Карташов С.А.                           | Качество трудовой жизни — это степень удовлетворения важных личных потребностей работника через деятельность организации [3, с. 124]                                                                                                                                                                              |
| 2     | Егоршин А.П.                                             | Качество трудовой жизни — это интегральный показатель, всесторонне характеризующий экономическое развитие общества, уровень материального, медико-экологического и духовного благосостояния человека [4, с. 227]                                                                                                  |
| 3     | Янковский В.И.                                           | Качество трудовой жизни — это определенный комплекс факторов, характеризующих объективные параметры жизнедеятельности субъектов в труде [5, с. 46].                                                                                                                                                               |
| 4     | Платонов О.А.                                            | Качество трудовой жизни — это общечеловеческое движение в сторону создания условий, препятствующих процессу отчуждения труда, восстановления целостности культуры, возвышения человека как самостоятельной творческой личности [6, с. 3–4]                                                                        |
| 5     | Баташева М.А.                                            | Качество трудовой жизни — это деятельность организации, направленная на удовлетворение потребностей работника путем создания механизмов, при помощи которых сотрудник получает полный доступ к процессу принятия решений, определяющих его жизнь на работе [7, с. 471–474].                                       |
| 6     | Шлендер П.Э.                                             | Качество трудовой жизни — это интегральное понятие, всесторонне характеризующее уровень и степень благосостояния, социального и духовного развития человека через его деятельность в организации. Качество трудовой жизни выступает основным показателем оценки социально-трудовых отношений [8, с. 524]          |
| 7     | Энциклопедия труда и занятости                           | Качество трудовой жизни — это характеристика условий и организации труда с позиций наилучшей реализации способностей работника [9, с. 126]                                                                                                                                                                        |
| 8     | Учебник «Экономика труда и социально-трудовых отношений» | Качество трудовой жизни — систематизированная совокупность свойств, характеризующих условия труда в самом широком смысле этого слова — условия производственной жизни — и позволяющих учесть степень реализации интереса работника и использования его способностей [10]                                          |
| 9     | Жулин Е.Г.                                               | Качество трудовой жизни представляется как «совокупность свойств, характеризующих условия и организацию труда, формирующих трудовую активность и обеспечивающих реализацию трудового и творческого потенциала работника с целью удовлетворения потребностей человека как личности и как работника» [11, с. 65–72] |

Источник: Таблица составлена авторами

Таблица 2

## Показатели, характеризующие качество трудовой жизни

| № п/п | Автор                       | Система показателей                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|-------|-----------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1     | Бойкова Е.В.                | Анализируемые показатели должны отражать: 1) систему оплаты труда; 2) условия и охрану труда; 3) развитие кадрового потенциала; 4) гибкость режима работы; 5) удовлетворенность содержанием и характером труда; 6) защиту трудовых прав [12]                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| 2     | Егоршин П.А.                | Показатели должны быть сгруппированы по семи подсистемам работы с персоналом: 1) трудовой коллектив, 2) оплата труда, 3) рабочее место, 4) руководство организацией, 5) служебная карьера, 6) социальные гарантии, 7) социальные блага [4]                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| 3     | Генкин Б.М.                 | Для оценки качества трудовой жизни персонала предприятия достаточно проанализировать характеристики рабочего места, производственной среды, организации и оплаты труда, взаимоотношений в производственных коллективах. [13, с. 153]                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| 4     | Миляева Л.Г.                | Перечень показателей: 1) содержание и организация труда работников; 2) организация подготовки, повышения квалификации и переподготовки персонала; 3) оценка и аттестация работников; 4) организация рабочего места; 5) развитость организационной культуры; 6) система стимулирования персонала; 7) соблюдение трудового законодательства [14, с. 149]                                                                                                                                                                                                                                       |
| 5     | Лавелин П.А.<br>Вибкер Е.А. | Степень удовлетворенности работой осуществляется с помощью анкеты, в которой респондент оценивает следующие аспекты качества трудовой жизни: 1) использование накопленного опыта в текущей работе; 2) предъявляемые требования к работнику; 3) взаимоотношения с руководителем; 4) заработная плата; 5) возможность продвижения по службе; 6) стабильность продолжительности рабочего дня; 7) количество времени, затрачиваемое на дорогу от дома до работы; 8) взаимоотношения с коллегами; 9) качество выполняемой работы; 10) количество стрессовых ситуаций на работе и др. [15, с. 149] |

Источник: Таблица составлена авторами

Проведенный анализ позволяет сделать вывод о том, что на сегодняшний день вопрос оценки качества трудовой жизни не получил подробного освящения в отечественной литературе, а следовательно необходимо дальнейшее развитие методологии изучения качества трудовой жизни.

Авторы придерживаются того мнения, что качество трудовой жизни является многогранным понятием, и его невозможно определить каким-либо одним показателем. Для этого необходим набор экономических и социальных показателей, каждый из которых может быть выражен количественно на основе статистической информации или социологических опросов.

Цель исследования — статистическая оценка качества трудовой жизни работников

в Российской Федерации. Объект исследования — качество трудовой жизни как социально-экономического явления. Предмет исследования — тру-

довые ресурсы и показатели качества трудовой жизни населения РФ.

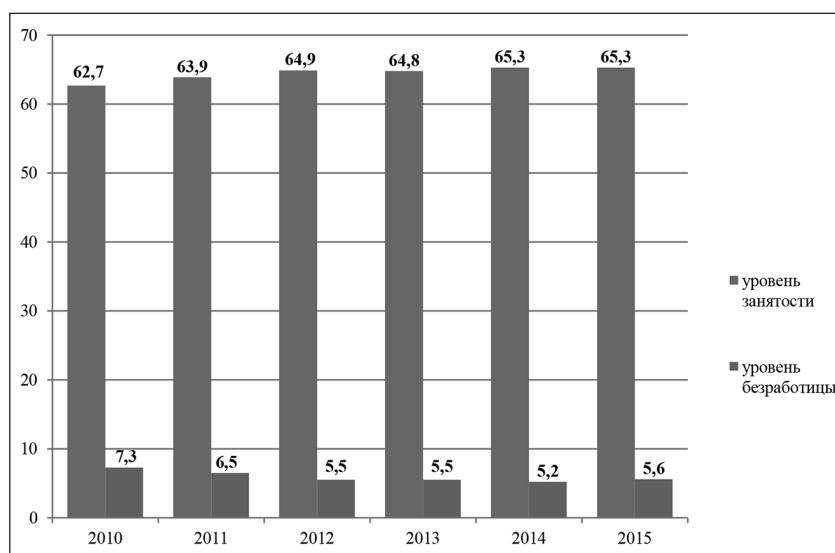
Информационной базой в исследовании качества трудовой жизни послужили официальные данные Федеральной службы государственной статистики.

### 1. Статистический анализ качества трудовой жизни населения

Для оценки качества трудовой жизни выделим набор показателей, которые на наш взгляд ее наиболее полно отражают: занятость, безопасность труда, заработная плата, квалификация и производительность труда [16]. Это важнейшие показатели качества трудовой жизни, позволяющие также оценить различия в наиболее проблемных аспектах социально-трудовой сферы на региональном уровне.

Занятость населения является важным индикатором для оценки качества трудовой жизни, так как обеспечивает доступ к материальным ресурсам и территориальную мобильность.

По данным, характеризующим занятое и безработное население Российской Федерации можно сделать вывод,



Источник: Федеральная служба государственной статистики ([www.gks.ru](http://www.gks.ru)) [17]

Рис. 1. Уровень занятости и безработицы, %

что в период с 2010 по 2015 гг. численность занятого населения увеличилась. Численность безработных с 2010 по 2014 г.г. уменьшалась, однако в 2015 году уровень безработицы вырос на 0,4%.

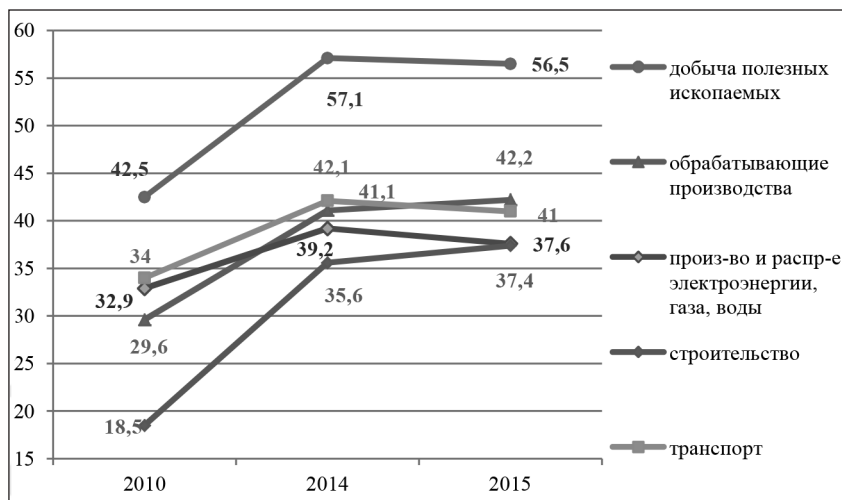
Удельный вес занятых мужчин и женщин примерно одинаковый. Что касается безработных, то уровень безработных мужчин превышает аналогичный показатель у женщин. Он выше в среднем на 0,7%.

В современной России приоритетными индикаторами, характеризующими качество трудовой жизни, являются условия труда и его оплата. Дадим их статистический анализ.

В экономике России значительная часть трудоспособного населения работает на предприятиях с вредными и опасными условиями труда. На рис. 2 представлена динамика численности работников, работающих в условиях, не отвечающих гигиеническим требованиям, закрепленных нормативными требованиями.

Анализ статистических данных позволяет сделать вывод, что наиболее неблагоприятные условия труда наблюдаются у работников, занятых добычей полезных ископаемых, на обрабатывающих производствах и транспорте. На производствах, занятых добычей полезных ископаемых свыше 50% от общей численности работников работают в условиях, не отвечающих гигиеническим нормативам условий труда. На остальных производствах этот показатель колеблется в пределах 40%. Однако, надо отметить, что за последний исследуемый 2015 год рост наблюдался только в строительстве (примерно не 2%), по остальным сферам деятельности идет незначительный спад.

В гендерном разрезе, численность женщин, занятых на опасных производствах практически в 2 раза ниже численности мужчин, работающих в



Источник: Российский статистический ежегодник. 2016

Рис. 2. Удельный вес численности работников, занятых на работах с вредными и опасными условиями труда, %

Таблица 3

#### Травматизм на производстве

| Показатель                                                                                             | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|------|------|------|------|------|
| Численность пострадавших при несчастных случаях на производстве с утратой трудоспособности (тыс. чел.) | 47,7 | 44,0 | 40,4 | 35,6 | 31,3 | 28,2 |
| — на 1000 работников (чел.)                                                                            | 2,2  | 2,1  | 1,9  | 1,7  | 1,4  | 1,3  |
| — из них со смертельным исходом (чел.)                                                                 | 2004 | 1824 | 1820 | 1699 | 1456 | 1288 |

Источник: Российский статистический ежегодник. 2016



Источник: Российский статистический ежегодник. 2016

Рис. 3. Удельный вес пострадавших на производстве по видам экономической деятельности в 2015 году, %

условиях, не отвечающих нормам труда. На обрабатывающих производствах соотношение мужчин и женщин 3:2.

Производственное оборудование на российских предприятиях не всегда отвечает требованиям охраны труда. Таким образом, во время эксплуатации данного оборудова-

ния велик риск травматизма. А потери рабочего времени, связанные с потерей нетрудоспособности, негативно сказываются на деятельности предприятия, и экономике в целом.

Как показывает анализ таблицы, численность работников, получивших производственные травмы в 2015 году

уменьшилась примерно на 40%, и это самое низкое значение данного показателя за последние 6 лет. В 2015 году из 1000 работающих травмы получил в среднем один человек. Ежегодно уменьшается и численность пострадавших на производстве со смертельным исходом примерно на 10%. Таким образом, можно сделать вывод, что за последние годы улучшились условия труда и проводятся достаточные мероприятия по его охране.

Согласно рис. 3 самый травмоопасный вид деятельности — это обрабатывающие производства. Практически половина работников, получивших травмы, заняты этим видом деятельности. Среди работников, травмированных на производстве, 17% составляют те, кто трудится на транспорте и 12,5% — в сельском хозяйстве.

Работа на вредных производствах негативно сказывается на здоровье работников и приводит к профессиональным заболеваниям.

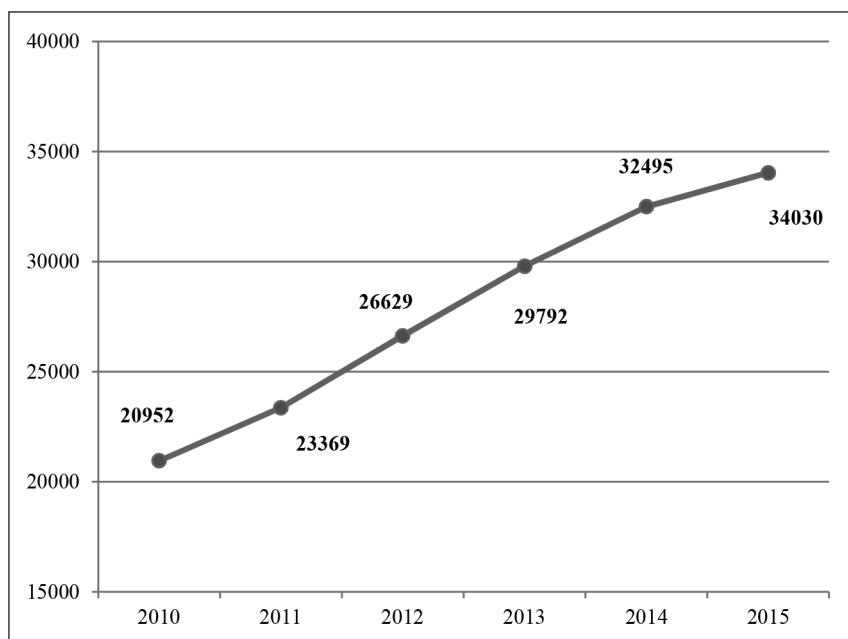
С 2010 наблюдается убывающая тенденция численности лиц с впервые установленными профессиональными заболеваниями, их численность в 2015 году по сравнению с 2010 годом уменьшилась на 18%, и достигла наименьшего за 6 лет значения.

Проведенный статистический анализ позволяет сделать следующие выводы. Для экономики России характерен высокий удельный вес добывающих видов экономической деятельности и первичной переработки природных ресурсов, и именно они являются наиболее травмоопасными видами деятельности. В связи с тем, что около половины рабочих заняты на работах с вредными и опасными условиями труда на предприятиях должны быть сформированы действенные механизмы социальной защиты работников и охраны труда.



Источник: Труд и занятость в России. 2015

Рис. 4. Структура расходов на рабочую силу в 2015 году, %



Источник: Российский статистический ежегодник. 2016

Рис. 5. Среднемесячная номинальная начисленная заработная плата, руб.

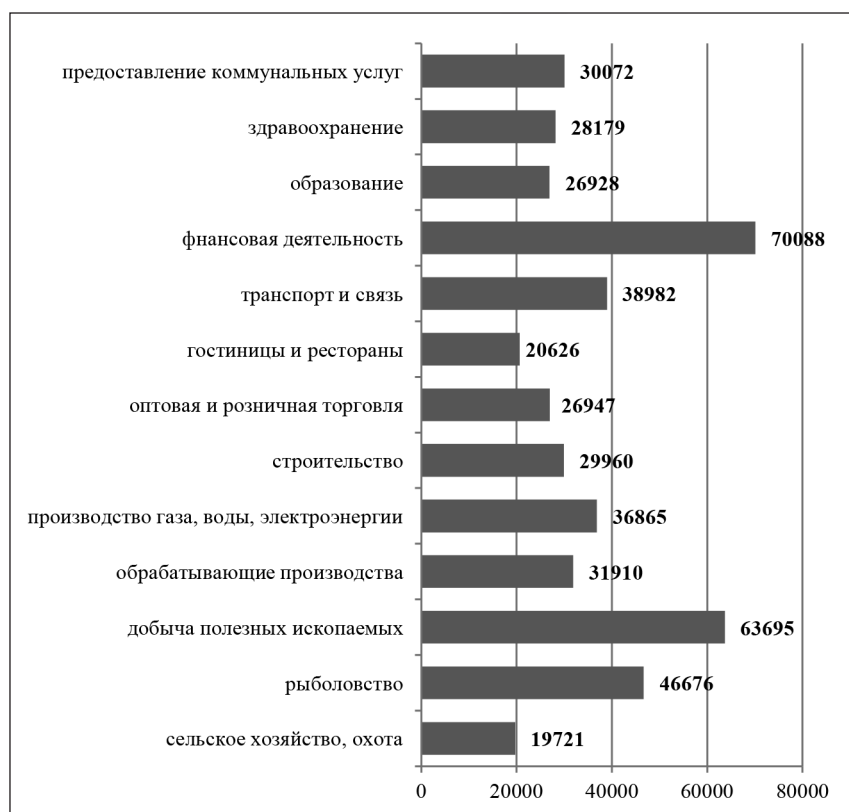
Другим важным показателем, характеризующим качество трудовой жизни, можно считать затраты на рабочую силу [20]. Основная статья расходов на рабочую силу — заработная плата, на втором месте — расходы на социальную защиту. Структура расходов представлена на рис. 4.

Итак, основная статья расходов — это заработная плата. Именно заработная плата работников является мотивирующим фактором трудовой деятельности. Надо отметить,

что, несмотря на экономический кризис, среднемесячная начисленная заработная плата растет, что можно видеть на рис. 5.

С 2010 года по 2014 год рост заработной платы ежегодно составлял около 3 тысяч рублей, в 2015 год по сравнению с предыдущим годом среднемесячная зарплата увеличилась чуть более, чем на полторы тысячи рублей.

Самая высокая заработная плата у работников организаций, осуществляющих свою



Источник: Российский статистический ежегодник. 2016

Рис. 6. Среднемесячная заработная плата в 2015 году по видам экономической деятельности, руб.

трудовую деятельность на территории Дальневосточного федерального округа, и составляет 43146 рублей, чуть ниже в Центральном федеральном округе (41961 рублей). У работников Северо-Кавказского федерального округа заработная плата 21720 рублей, что в 2 раза ниже, чем в Дальневосточном федеральном округе.

Неравенство заработных плат четко выражено и по отраслям народного хозяйства. В настоящее время существует явный перевес в сторону финансовых и добывающих направлений экономической деятельности. Самое высокое вознаграждение за свой труд получают работники, осуществляющие финансовую деятельность. Так, например, их заработная плата превышает зарплату тех, кто работает в сельском хозяйстве в 3,5 раза, а работников образования в 2,6 раза. Второе место по величине заработной платы занима-

ют работники, занятые добычей полезных ископаемых, те кто связан с нефтью и газом. Данные среднемесячной заработной платы в 2015 году по видам экономической деятельности представлены на рис. 6.

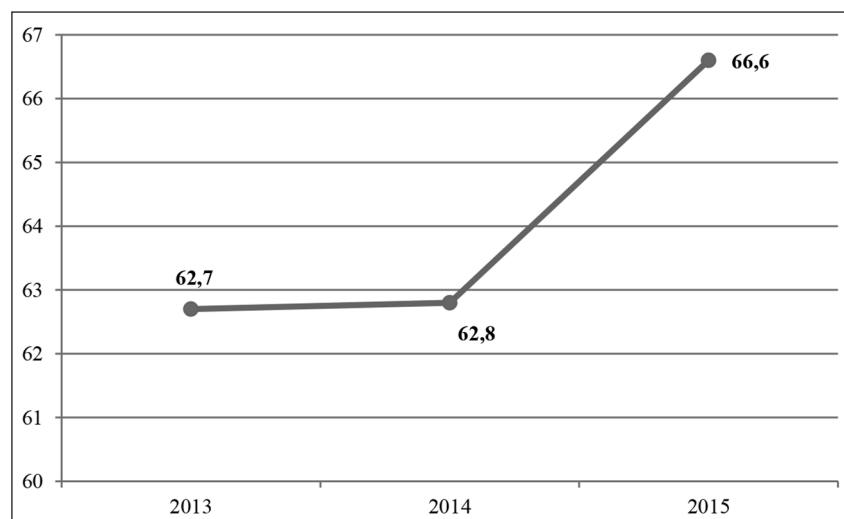
Таким образом, существует значительная дифференци-

ция между доходами работающих на российских предприятиях.

Одной из самых острых проблем трудовых отношений в России является бедность трудоспособного населения, что говорит о низком качестве трудовой жизни. Численность населения с денежными доходами ниже величины прожиточного минимума в России составляет 19,5 млн. человек. По сравнению с 2014 годом этот показатель вырос на 3,1 млн. человек. Среди малоимущих в 2015 году около 70% — это население в трудоспособном возрасте.

Ранее было показано, что заработная плата в экономике России ежегодно увеличивается. По логике это должно было бы привести к определенным качественным изменениям, связанным с сокращением масштабов бедности трудоспособного населения. Однако, как показывает рисунок 7, доля работающих бедных продолжает расти.

Оценку качества трудовой жизни можно определить путем соизмерения средней заработной платы с величиной прожиточного минимума. Проведенный анализ и расчеты показали, что соотношение средней заработной платы и величины прожиточного



Источник: Российский статистический ежегодник. 2016

Рис. 7. Удельный вес работающих в общей численности малоимущих, %

Таблица 4

Доля занятых в экономике, имеющих высшее и среднее профессиональное образование, %

| Показатель                          | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 |
|-------------------------------------|------|------|------|------|------|------|
| Высшее образование                  | 29,1 | 29,8 | 30,4 | 31,7 | 32,2 | 33,0 |
| Средне профессиональное образование | 46,7 | 46,4 | 45,7 | 44,3 | 44,8 | 45,0 |
| Всего                               | 75,8 | 76,2 | 76,1 | 76,0 | 77,0 | 78,0 |

Источник: Российский статистический ежегодник. 2016

минимума имеет убывающую тенденцию. Так, в 2013 году заработная плата работника была в 3, 5 раза выше величины прожиточного минимума, а в 2015 году в 3,1 раза.

На человеческий капитал оказывает существенное влияние повышение уровня образования и квалификации работников предприятий, так как наличие высококвалифицированных специалистов повышает конкурентоспособность нашей российской экономики. Доля занятых в экономике, имеющих высшее и среднее профессиональное образование является одним из показателей качества трудовой жизни.

Согласно представленным статистическим данным, начиная с 2013 года и до 2015 года, доля работников предприятий, имеющих высшее и среднее профессиональное образование, растет ежегодно на 1%. Это происходит за счет роста доли занятых с высшим обра-

зованием, так как численность работников со средним профессиональным образованием за эти года незначительно сократилась. Показатель на уровне 78%, показывает, что на российских предприятиях и в организациях работают профессионалы с достойным уровнем образования.

В настоящее время качество трудовой жизни человека рассматривается как один из главных стимулов производительности труда. Несмотря на высокую квалификацию работников, производительность труда на предприятиях падает ежегодно с 2010 года.

Надо отметить, что только в одной отрасли — в сельском хозяйстве в 2015 году производительность труда превзошла 100%, во всех остальных отраслях произошел спад. Самая низкая производительность труда в 2015 году отмечалась в оптовой и розничной торговле (90,3%), в гостиничном и ресторанном бизнесе (93,3%) и

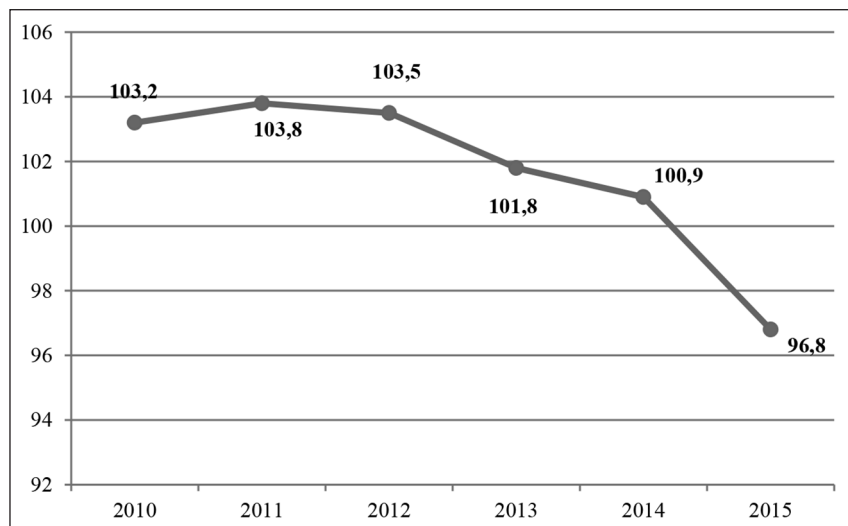
строительстве (95,4%). Наиболее резко в 2015 по сравнению с предыдущим годом снизилась производительность труда в сфере торговли — на 9,1%, в гостиничном и ресторанном бизнесе — на 7,2% и в рыболовстве — на 6,5%.

Качество трудовой жизни отражает не только условия труда и его оплату, но и отношения в рабочем коллективе, мотивацию персонала к трудовой деятельности. На наш взгляд наиболее важными мотивационными факторами являются факторы, коррелирующие с показателями качества трудовой жизни: уровень оплаты труда и его взаимосвязь с личным вкладом работника; эффективная организация труда (ритмичность в работе) и условия труда (в частности безопасность и охрана здоровья); важность и значимость для работников социальных гарантий и возможности для обучения и развития персонала, внимание со стороны руководства к индивидуальным нуждам работника

Кроме того, конкурентоспособность предприятия напрямую зависит не только от высококвалифицированных работников, но в большей степени замотивированных на работу на том предприятии, где созданы условия труда, комфортный социально-психологический климат, компетентные руководители, коллеги с уважением относятся друг к другу, оказывают помощь и содействие, предоставляются социальные гарантии и блага, т.е. все те составляющие (параметры), которые характеризуют качество трудовой жизни.

## 2 Интегральная оценка качества жизни населения в разрезе федеральных округов Российской Федерации

В исследовании проведен расчет интегрального индекса качества трудовой жизни



Источник: Российский статистический ежегодник. 2016

Рис. 8. Темпы роста (снижения) производительности труда, %

Таблица 5

## Набор индикаторов для оценки качества трудовой жизни населения

| Индикатор |                                                                                                                          |
|-----------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| $x_1$     | уровень занятости населения, %                                                                                           |
| $x_2$     | уровень безработицы, %                                                                                                   |
| $x_3$     | отношение средней номинальной начисленной заработной платы к величине прожиточного минимума трудоспособного населения, % |
| $x_4$     | соотношение номинальной заработной платы работников организации и ВРП на одного занятого                                 |
| $x_5$     | доля занятых в экономике, имеющих высшее и среднее образование, %                                                        |
| $x_6$     | производительность труда, %                                                                                              |
| $x_7$     | удельный вес численности работников, занятых на работах с вредными и опасными заболеваниями труда, %                     |

Таблица 6

## Коэффициент корреляции между ВВП на душу населения и другими показателями, доли влияния показателей на ВВП

| Показатель                                                                                                               | Коэффициент корреляции | Доли (весы) |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------|-------------|
| уровень занятости населения, %                                                                                           | 0,419                  | 0,25        |
| уровень безработицы, %                                                                                                   | -0,42                  | -0,25       |
| отношение средней номинальной начисленной заработной платы к величине прожиточного минимума трудоспособного населения, % | 0,211                  | 0,13        |
| соотношение номинальной заработной платы работников организации и ВРП на одного занятого                                 | 0,893                  | 0,54        |
| доля занятых в экономике, имеющих высшее и среднее образование, %                                                        | 0,286                  | 0,15        |
| производительность труда, %                                                                                              | 0,249                  | 0,14        |
| удельный вес численности работников, занятых на работах с вредными и опасными заболеваниями труда, %                     | 0,035                  | 0,02        |

работников РФ на основе показателей, представленных в табл. 5 [21].

По каждому из вышеуказанных показателей за 2015 год были определены рейтинги по формуле:

$$R_j^i = \frac{10X_j^i}{\max(X_j^i)},$$

где  $R_j^i$  – рейтинговая оценка  $j$ -го федерального округа по  $i$ -му показателю,

$X_j^i$  – величина  $i$ -го показателя по  $j$ -му федеральному округу,

$\max(X_j^i)$  – максимальное значение  $i$ -го показателя.

Далее был проведен корреляционный анализ для определения тесноты взаимосвязи между показателями, характеризующими качество трудовой жизни работников в РФ. Качество трудовой жизни, как было сказано выше, определяется комплексом социально-экономических показателей,

которые отражают отношение работника к условиям жизни и к их благосостоянию. Поэтому в качестве обобщающего показателя был выбран ВВП на душу населения. Результаты корреляционного анализа представлен в табл. 6.

Доли влияния каждого показателя на ВРП были рассчитаны по формуле:  $d = \frac{r_i}{\sum r_i}$ .

На основе рассчитанных весов влияния показателей на ВРП (табл. 6) и рейтинговых оценок был построен итоговый интегральный рейтинг качества трудовой жизни населения РФ за 2015 год.

Расчет интегрального рейтинга производился по формуле [22]:

$$R_j = \sum d_i R_j^i, \\ R_j = 0,245 \cdot R_{x_1} - 0,25 \cdot R_{x_2} + \\ + 0,13 \cdot R_{x_3} + 0,54 \cdot R_{x_4} + \\ + 0,15 \cdot R_{x_5} + 0,14 \cdot R_{x_6} + \\ + 0,02 \cdot R_{x_7}$$

Расчеты сведены в табл. 7.

Анализ таблицы показывает, что среди лидеров преобладают развитые субъекты Российской Федерации (ведущие регионы с высокими заработными платами и доходами населения, низким уровнем безработицы). Среди аутсайдеров оказались округа, в которых сконцентрированы основные проблемы низкого качества трудовой жизни населения.

## Заключение

Проведение эффективной социально-экономической политики требует постоянного мониторинга процессов, происходящих в сфере качества жизни населения, в том числе и качества трудовой жизни. Для этого необходима система взаимосвязанных показателей. Предложенный авторами набор индикаторов и методи-

Таблица 7

## Интегральная оценка качества жизни населения в разрезе федеральных округов Российской Федерации

| Федеральный округ                   | Рейтинговый балл | Место в РФ |
|-------------------------------------|------------------|------------|
| Центральный федеральный округ       | 9,2453           | <b>1</b>   |
| Северо-Западный федеральный округ   | 8,9025           | <b>2</b>   |
| Южный федеральный округ             | 8,2453           | <b>5</b>   |
| Северо-Кавказский федеральный округ | 8,7133           | <b>4</b>   |
| Приволжский федеральный округ       | 8,8451           | <b>3</b>   |
| Уральский федеральный округ         | 7,3107           | <b>9</b>   |
| Сибирский федеральный округ         | 8,1459           | <b>7</b>   |
| Дальневосточный федеральный округ   | 8,1782           | <b>6</b>   |
| Крымский федеральный округ          | 7,8791           | <b>8</b>   |

ка оценки качества трудовой жизни населения могут быть полезны органам местного самоуправления для определения рейтинговых оценок качества трудовой жизни работников муниципальных образований. А тем самым и для принятия различных управленческих ре-

шений, в том числе и в сфере комплексного социально-экономического развития территорий.

Кроме того, на наш взгляд, в современных условиях качество трудовой жизни является одним из факторов конкурентоспособности хозяйствующих

субъектов, экономического роста страны. Качество трудовой жизни позволяет не только добиться улучшения качественного состояния жизни отдельного трудового коллектива, человека, работающего в этом коллективе, но и общества в целом.

## Литература

1. Жолудева В.В., Мельниченко Н.Ф., Козлов Г.Е. Статистические методы оценки качества жизни населения регионов Центрального федерального округа // Статистика и экономика. 2015. № 2. С. 173–177.
2. Третьяк С. Качество трудовой жизни: как его измерить и обеспечить в сфере услуг? / С. Третьяк // Бизнес-консалтинг. 2005. № 3. С. 39–43.
3. Журавлев П.В., Карташов С.А. и др. Персонал. Словарь понятий и определений / М.: Экзамен, 2000. 318 с.
4. Егоршин А.П. Мотивация трудовой деятельности: НИМБ, 2003. 320 с.
5. Янковский В.И. Основные составляющие качества трудовой жизни // Стандарты и качество. 2003. № 2. 252 с.
6. Платонов О.А. Повышение качества трудовой жизни: опыт США. М: Рада, 1992. 185 с.
7. Баташева М.А. Качество трудовой жизни как показатель осуществления трудового потенциала // Молодой ученый. 2015. № 8. С. 471–474.
8. Экономика труда: Учебник / Под ред. проф. П. Э. Шлендера и проф. Ю. П. Кокина. М.: Юрист, 2003. 592 с.
9. Горелов Н.А., Тучков А.И. Энциклопедия труда и занятости. СПб.: Изд-во СПбГУЭФ, 1997. 239 с.
10. Экономика труда и социально-трудовые отношения / Под ред. Г. Г. Меликьяна. Р.П. Колосовой. М: Изд-во МГУ, 1996. 623 с.
11. Жулина Е. Г. Экономика труда. Курс лекций: учеб. пособие для вузов. М.: Изд-во «Экзамен», 2006. 157 с.
12. Бойкова Е.Б. Концепция качества трудовой жизни и теория КТЖ как ее дальнейшее развитие и конкретизация // Экономика труда и управление персоналом: Межвузовский сборник. СПб: Изд-во СПб ГУЭФ, 1998. С. 96.
13. Генкин Б.М. Экономика и социология труда: Учебник для вузов / Б. М. Генкин. М.: Норма, 2009. 495 с.
14. Миляева Л.Г. Методические подходы к оценке качества трудовой жизни персонала организаций // Ползуновский альманах. 2009. № 1. С. 149–154.
15. Lewellyn P.A., Wibker E.A. Significance of quality of life on turnover intentions of certified

## References

1. ZHoludeva V.V., Mel'nichenko N.F., Kozlov G.E. Statisticheskiye metody otsenki kachestva zhizni naseleniya regionov TSentral'nogo federal'nogo okruga. Statistika i ekonomika. 2015. No. 2. P. 173–177. (In Russ.)
2. Tret'yak P. Kachestvo trudovoy zhizni: kak ego izmerit' i obespechit' v sfere uslug? Biznes-konsalting. 2005. No. 3. P. 39–43. (In Russ.)
3. ZHuravlev P. V., Kartashov P. A. et al. Personal. Slovar' ponyatiy i opredeleniy. Moscow: Ekzamen, 2000. 318 p. (In Russ.)
4. Egorshin A. P. Motivatsiya trudovoy deyatel'nosti: NIMB, 2003. 320 p. (In Russ.)
5. YAnkovskiy V. I. Osnovnyye sostavlyayushchiye kachestva trudovoy zhizni. Standarty i kachestvo. 2003. No. 2. 252 p. (In Russ.)
6. Platonov O.A. Povysheniye kachestva trudovoy zhizni: opyt SSHA. Moscow: Rada, 1992. 185 p. (In Russ.)
7. Batasheva M. A. Kachestvo trudovoy zhizni kak pokazatel' osushchestvleniya trudovogo potentsiala. Molodoy uchenyy. 2015. No. 8. P. 471–474. (In Russ.)
8. Ekonomika truda: Uchebnik Ed. prof. P. E. Shlender and prof. YU. P. Kokin. Moscow: YUrist", 2003. 592 p. (In Russ.)
9. Gorelov N. A., Tuchkov A. I. Entsiklopediya truda i zanyatosti. Saint Petersburg: Izd-vo SPbGUEF, 1997. 239 p. (In Russ.)
10. Ekonomika truda i sotsial'no-trudovyye otnosheniya Ed. G. G. Melik'yan. R. P. Kolosovoy. Moscow: Izd-vo MGU, 1996. 623 p. (In Russ.)
11. Zhulina E. G. Ekonomika truda. Kurs lektsey: ucheb. posobiye dlya vuzov. Moscow: Izd-vo «Ekzamen», 2006. 157 p. (In Russ.)
12. Boykova E.B. Kontseptsiya kachestva trudovoy zhizni i teoriya KTZH kak eye dal'neysheye razvitiye i konkretizatsiya. Ekonomika truda i upravleniye personalom: Mezhvuzovskiy sbornik. Saint Petersburg: Izd-vo SPb GUEF, 1998. P. 96. (In Russ.)
13. Genkin B. M. Ekonomika i sotsiologiya truda: Uchebnik dlya vuzov Moscow: Norma, 2009. 495 p. (In Russ.)
14. Milyayeva L.G. Metodicheskiye podkhody k otsenke kachestva trudovoy zhizni personala organizatsiy. Polzunovskiy al'manakh. 2009. No. 1. P. 149–154. (In Russ.)
15. Lewellyn P.A., Wibker E.A. Significance of quality of life on turnover intentions of certified

public accountants», in Meadow, H.L., Sirgy, M.J. (Eds), *Quality of Life Studies in Marketing and Management*, Virginia Tech, Center for Strategy and Marketing Studies, Blacksburg, VA. 1990. P. 182–193.

16. Признаки, отражающие КТЖ работников. URL: <http://www.career-st.ru/specialist> (дата обращения: 07.07.2017)

17. Официальный сайт Федеральной службы государственной статистики URL: <http://www.gks.ru>

18. Российский статистический ежегодник. 2016: Статистический сборник. М.: Росстат, 2016. 725 с.

19. Труд и занятость в России. 2015: Статистический сборник. М.: Росстат, 2015. 274 с. Т. 78.

20. Иванова И.К. Качество трудовой жизни // Человеческие ресурсы. 2011. № 2. URL: <http://www.pmuc.ru> (дата обращения: 18.06.2017).

21. Айвазян С.А. Интегральные индикаторы качества жизни населения, их построение и использование в социально-экономическом управлении и межрегиональных сопоставлениях. М: ЦЭМИ РАН, 2010. 120 с.

22. Гриценко С. В. Статистическая оценка и анализ уровня социально-экономического развития муниципальных районов Воронежской области // Экономический анализ: теория и практика. 2009. № 22 (151). С. 15–23.

public accountants», in Meadow, H.L., Sirgy, M.J. (Eds), *Quality of Life Studies in Marketing and Management*, Virginia Tech, Center for Strategy and Marketing Studies, Blacksburg, VA. 1990. P. 182–193.

16. Priznaki, otrazhayushchiye KTZH rabotnikov. URL: <http://www.career-st.ru/specialist> (accessed: 07.07.2017) (In Russ.)

17. Ofitsial'nyy sayt Federal'noy sluzhby gosudarstvennoy statistiki URL: <http://www.gks.ru> (In Russ.)

18. Rossiyskiy statisticheskiy ezhegodnik. 2016: Statisticheskiy sbornik. Moscow: Rosstat, 2016. 725 p. (In Russ.)

19. Trud i zanyatost' v Rossii. 2015: Statisticheskiy sbornik. Moscow: Rosstat, 2015. 274 p. Vol. 78 (In Russ.)

20. Ivanova I.K. Kachestvo trudovoy zhizni. CHelovecheskiye resursy. 2011. No.2. URL: <http://www.pmuc.ru> (accessed: 18.06.2017) (In Russ.)

21. Ayvazyan S.A. Integral'nyye indikatory kachestva zhizni naseleniya, ikh postroyeniye i ispol'zovaniye v sotsial'no-ekonomicheskom upravlenii i mezhregional'nykh sopostavleniyakh. Moscow: TSEMI RAN, 2010. 120 p. (In Russ.)

22. Gritsenko P. V. Statisticheskaya otsenka i analiz urovnya sotsial'no-ekonomicheskogo razvitiya munitsipal'nykh rayonov Voronezhskoy oblasti. Ekonomicheskii analiz: teoriya i praktika. 2009. No. 22 (151). P. 15–23. (In Russ.)

#### Сведения об авторах

**Вера Витальевна Жолудева**

К.п.н., доцент

Ярославская государственная сельскохозяйственная академия, Москва, Россия  
Эл. почта: [jvv6434@gmail.com](mailto:jvv6434@gmail.com)

**Надежда Федоровна Мельниченко**

К.э.н., доцент

Московский международный университет, Москва, Россия  
Эл. почта: [nadiv09@rambler.ru](mailto:nadiv09@rambler.ru)

#### Information about the authors

**Vera V. Zholudeva**

Cand. Sci. (Pedagogy), Associate Professor

Yaroslavl State Agricultural Academy, Yaroslavl, Russia  
E-mail: [jvv6434@gmail.com](mailto:jvv6434@gmail.com)

**Nadezhda F. Melnichenko**

Cand. Sci. (Economics), Associate Professor

Moscow International University, Moscow, Russia  
E-mail: [nadiv09@rambler.ru](mailto:nadiv09@rambler.ru)

# Неравенство доходов, его субъективное восприятие и влияние на психосоциальное самочувствие населения

**Цель исследования.** Работа посвящена исследованию социально-экономической дифференциации в России и ее влиянию на материальное положение населения, его субъективное восприятие, а также на психосоциальное самочувствие индивидов. Для достижения поставленной цели последовательно решаются следующие задачи: кластеризация регионов России по социально-экономическим показателям; изучение взаимосвязи между уровнем социально-экономического развития региона проживания и объективным материальным положением жителей; изучение взаимосвязи между уровнем социально-экономического развития региона и субъективным восприятием индивидами своего материального положения; изучение взаимосвязи между уровнем социально-экономического развития региона и психосоциальным самочувствием индивидов.

**Материалы и методы.** Информационная база исследования включает: данные по регионам, публикуемые Государственным комитетом по статистике в сборнике «Регионы России», данные обследования домохозяйств «Российский мониторинг экономического положения и здоровья населения НИУ ВШЭ» (RLMS-HSE). RLMS-HSE — репрезентативное социально-экономическое обследование российских домохозяйств, в котором содержательная структура используемых вопросов отвечает стандарту, принятому в мировой практике.

В исследовании используются следующие методы: кластерный анализ методом *k*-средних, статистические группировки, статистические тесты Крускала-Уоллиса и Манна-Уитни.

**Результаты.** Проведенное исследование показало, что:

— регионы РФ очень неоднородны по уровню социально-экономического развития — удельные показатели по регионам могут отличаться в разы, что необходимо учитывать при исследо-

вании любых социально-экономических проблем, в том числе и проблемы неравенства доходов;

— с использованием кластерного анализа регионы РФ удалось разделить на четыре кластера. Анализ лепестковой диаграммы конечных центров кластеров позволил выявить их особенности и дать им обобщенную характеристику. Первый кластер — регионы, с очень высокими показателями инвестиций, основных фондов и ВРП на душу населения. Второй кластер — регионы со средним уровнем развития. Третий кластер — регионы с высоким уровнем развития. Четвертый кластер — депрессивные регионы; — сравнительный анализ материального положения жителей регионов с разным уровнем развития показывает, что существует четкая корреляционная связь между материальным положением населения и уровнем развития региона: доходы респондентов, проживающих в регионах-лидерах, существенно выше доходов респондентов других кластеров; доходы респондентов-жителей депрессивных регионов ниже доходов респондентов других кластеров; — восприятие индивидами своего материального положения и обеспокоенность им практически одинаковы во всех кластерах и не коррелируют с уровнем социально-экономического развития региона проживания;

— уровень экономического развития региона проживания не оказывает существенного прямого влияния на психосоциальное самочувствие — индивиды из разных кластеров чувствуют себя практически одинаково удовлетворенными жизнью и практически одинаково счастливыми.

**Ключевые слова:** доходы, субъективный подход, психосоциальное самочувствие, региональная дифференциация, кластерный анализ

Zulfiya F. Ibragimova<sup>1</sup>, Marina V. Frants<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Bashkir State University, Ufa, Russia

<sup>2</sup>Ufa State Aviation Technical University, Ufa, Russia

# Income inequality, subjective perception and impact on psychosocial well-being of the population

**Purpose of research.** The work is devoted to the study of socio-economic differentiation in Russia and its impact on the financial situation of the population, its subjective perception, as well as on the psychosocial well-being of individuals. To achieve this goal, the following tasks are to be solved: clustering of regions of the Russian Federation, based on socio-economic indexes; studying the interrelation between the level of socio-economic development of the region and the financial situation of residents; studying the interrelation between the level of socio-economic development of the region and the subjective perception by individuals of their financial situation; studying the interrelation between the level of socio-economic development of the region and the psychosocial well-being of individuals.

**Materials and methods.** The information base of the study includes: regional data, published by the State Committee on Statistics in the digest "Russian Federation Regions", household survey data

"Russian monitoring of the economic situation and health of the population HSE" (RLMS-HSE). Russia Longitudinal Monitoring Survey of Higher School of Economics is a representative socio-economic survey of Russian households, in which the content structure of the used questionnaires meets the standard, adopted in the world practice.

The study uses the following methods: cluster analysis (*k*-means method), statistical groupings, Kruskal-Wallis and Mann-Whitney statistical tests.

**Results.** The study showed that:

— the Russian Federation regions are very heterogeneous in terms of socio-economic development — specific indicators for the regions may differ significantly. It should be taken into account in the study of any social and economic problems, including the problems of income inequality;

— Russian regions can be divided into four clusters. Analysis of the petal diagram of clusters made it possible to reveal their features and give them generalized characteristics. The first cluster includes regions with very high investment, fixed assets and GRP per capita. The second cluster includes regions with an average level of development. The third cluster includes regions with a high level of development. The fourth cluster includes depressive regions;

— There is a clear correlation between the level of socio-economic development of the region of residence and the objective financial situation of residents: the incomes of respondents, living in the leading regions are significantly higher than the incomes of respondents of other clusters; the incomes of respondents, living

in depressed regions are lower than the incomes of respondents of other clusters;

— Individuals' perception of their financial situation and their concerns are practically the same in all clusters and do not correlate with the level of socio-economic development of the region of residence;

— The level of economic development of the region of residence does not have a significant direct impact on psychosocial well-being — individuals from different clusters feel almost equally satisfied with life and almost equally happy.

**Keywords:** income, subjective approach, psychosocial well-being, regional differentiation, cluster analysis

## Введение

Проблема неравенства доходов в той или иной степени существует практически в любом обществе. В процессе исторического развития понимание сущности, причин, последствий этого социально-экономического явления претерпело существенные изменения. Эволюционировало и отношение к проблеме экономического неравенства — от возложения ответственности за бедность и нищету на самого индивида до понимания необходимости проведения государственной социальной политики [1]. Такая эволюция обусловлена осмыслением негативных общественных последствий этого явления: в настоящее время большой разрыв между бедными и богатыми рассматривается как существенное ограничение для экономического развития и реализации человеческого потенциала.

С конца XX века, характеризующегося трансформационным спадом, неравенство доходов стала актуальнейшей проблемой и в Российской Федерации: за период 1991–2017 гг. коэффициент Джини вырос с 0,260 до 0,410, децильный коэффициент фондов увеличился с 4,5 до 15,3 [2].

Проблема усугубляется тем, что уровень доходов в России имеет значительную территориальную дифференциацию, обусловленную неоднородностью регионов страны по уровню социально-экономического развития. Представляется, что существенные региональ-

ные различия в материальном положении населения являются серьезной проблемой, формирующей «точку роста» социальной напряженности. В этой связи представляется актуальным изучение проблемы неравенства доходов в региональном разрезе, в том числе и субъективного-психологического аспекта этой проблемы, связанного с субъективным восприятием индивидами своего материального положения и его влиянием на их психосоциальное самочувствие.

Субъективно-психологический аспект проблемы неравенства доходов в настоящее время довольно активно изучается как в Российской Федерации, так и за рубежом. Работа [3] посвящена изучению важности спецификации переменных в использовании экономических переменных для объяснения различий в восприятии индивида общего психологического, экономического и неэкономического благополучия. Результаты показали, что тщательное уточнение экономических переменных улучшает объясненную дисперсию субъективного благополучия. В ряде исследований [4–7] делается вывод о том, что благополучие индивида и его субъективная самооценка зависит не только от денежных доходов, но и, например, от свободного времени, здоровья и т.д. Авторы [8–12] выявили положительное влияние дохода на субъективное благополучие индивида, его удовлетворенностью жизнью как для развитых, так и для развивающихся стран. В работе [13], исполь-

зуя фактор времени, сделана попытка оценки неравенства дохода в течение жизни индивида, а также выявлены инструменты, чувствительные к распределению. В статье [14] выделены факторы, под воздействием которых происходит формирование новой социальной структуры российского общества. Анализ социального неравенства с позиции гендерного подхода проведен в работе [15].

Целью нашего исследования является проверка гипотезы о том, что объективные различия в социально-экономическом развитии регионов формируют различия как в материальном положении индивидов, так и в его субъективном восприятии, а также оказывают существенное влияние на психосоциальное самочувствие населения.

Для достижения поставленной цели последовательно решаются следующие задачи:

— кластеризация регионов России по социально-экономическим показателям;

— изучение взаимосвязи между уровнем социально-экономического развития региона проживания и объективным материальным положением жителей;

— изучение взаимосвязи между уровнем социально-экономического развития региона и субъективным восприятием индивидами своего материального положения;

— изучение взаимосвязи между уровнем социально-экономического развития региона и психосоциальным самочувствием индивидов.

Таблица 1

## Перечень региональных показателей, используемых в работе

| Показатель                                                                              | Краткое обозначение | Способ получения                                                                       |
|-----------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|----------------------------------------------------------------------------------------|
| Среднедушевые денежные доходы, руб./мес.                                                | ДенДох              | Взят непосредственно из сборника                                                       |
| Потребительские расходы в среднем на душу населения, руб./мес.                          | ПотрРасх            | Взят непосредственно из сборника                                                       |
| Удельный вес городского населения, %                                                    | УдГор               | Взят непосредственно из сборника                                                       |
| Удельный вес занятых в общей численности населения, %                                   | УдЗан               | Рассчитан путем деления численности занятых на численность населения региона           |
| ВРП 2015 г. на душу населения, тыс. руб/год                                             | УдВРП               | Рассчитан путем деления ВРП 2015 г. на численность населения региона                   |
| Инвестиции на душу населения, тыс.руб./год                                              | УдИнв               | Рассчитан путем деления инвестиций в основной капитал на численность населения региона |
| Основные фонды на душу населения, тыс.руб.                                              | УдОФ                | Рассчитан путем деления стоимости основных фондов на численность населения региона     |
| Среднемесячная номинальная численная заработная плата работников организаций, руб./мес. | Зарплата            | Взят непосредственно из сборника                                                       |

Информационная база исследования включает:

— данные по регионам, публикуемые Государственным комитетом по статистике в ежегодном сборнике «Регионы России» [16]. В работе использовались данные, относящиеся к 2016 г. (кроме показателя ВРП-2015 г.), опубликованные в сборнике за 2017 г. В анализ были включены следующие удельные показатели (табл. 1).

— данные обследования домохозяйств «Российский мониторинг экономического положения и здоровья населения НИУ ВШЭ» (RLMS-HSE) [17]. RLMS-HSE — репрезентативное социально-экономическое обследование российских домохозяйств, в котором содержательная структура используемых вопросников отвечает стандарту, принятому в мировой практике. В работе используются данные, полученные в ходе 25 волны обследования, проводимой в 2016 г.

В исследовании используются следующие методы: кластерный анализ (метод  $k$ -средних [18]), статистические группировки, статистические

тесты: тест Крускала-Уоллиса для оценки значимости различий между кластерами регионов и тест Манна-Уитни для попарного сравнения кластеров. Расчеты выполнялись в пакете SPSS v.20 [19].

## Результаты и обсуждение

### 1. Кластеризация регионов России по социально-экономическим показателям

Российская Федерация является государством, имеющим в своем составе неоднородные во многих отношениях территории, в том числе и с

точки зрения уровня социально-экономического развития. Для иллюстрации этого факта приведем данные по основным социально-экономическим индикаторам по регионам России (табл. 2).

Как видно из табл. 2, удельные показатели по регионам могут различаться в разы, что свидетельствует о значительной неоднородности регионов по уровню социально-экономического развития. Разбиение регионов на кластеры выполнялось методом  $k$ -средних по показателям, перечисленным в таблице 1. Предварительно показатели стандартизировались с использованием  $z$ -преобразования.

Метод  $k$  средних требует заранее заданного числа кластеров. Так как никаких предположений о том, на сколько кластеров имеет смысл разбивать совокупность регионов РФ у нас не было, выполнялось несколько попыток кластеризации, отличающихся по числу кластеров. Сопоставление результатов кластеризации при разном числе кластеров приведено в табл. 3.

По совокупности приведенных в табл. 3 характеристик наиболее оптимальным разбиением, на наш взгляд, является разбиение на четыре кластера. Конечные центры кластеров в этом разбиении приведены в табл. 4, лепестковая диаграмма конечных центров кластеров приведена на рис. 1.

Таблица 2

### Характеристики распределения показателей социально-экономического развития

| Показатель | Минимум  | Нижний квартиль | Медиана  | Верхний квартиль | Максимум |
|------------|----------|-----------------|----------|------------------|----------|
| ДенДох     | 14107,00 | 22129,00        | 25205,00 | 29324,75         | 59203,00 |
| ПотрРасх   | 7207,00  | 15649,75        | 18208,50 | 21641,75         | 44902,00 |
| Зарплата   | 20629,00 | 23440,00        | 27703,50 | 32619,25         | 71379,00 |
| УдВесГород | 29,20    | 62,88           | 71,80    | 78,08            | 100,00   |
| УдВесЗан   | 0,32     | 0,44            | 0,46     | 0,49             | 0,70     |
| УдВРП      | 88,31    | 218,30          | 318,57   | 397,61           | 1701,47  |
| УдОФ       | 211,98   | 611,86          | 819,64   | 1093,15          | 6543,15  |
| УдИнв      | 22,10    | 44,83           | 67,78    | 102,48           | 590,92   |

Источник: составлено автором на основе собственных расчетов

Таблица 3

## Результаты кластеризации регионов Российской Федерации

| Число кластеров | Число объектов в кластерах                                                   | Минимальное расстояние между кластерами |
|-----------------|------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------|
| 2               | Кластер 1 – 6; Кластер 2 – 74                                                | 7,217                                   |
| 3               | Кластер 1 – 2; Кластер 2 – 11; Кластер 3 – 67                                | 4,390                                   |
| 4               | Кластер 1 – 2; Кластер 2 – 53; Кластер 3 – 7; Кластер 4 – 18                 | 2,520                                   |
| 5               | Кластер 1 – 18; Кластер 2 – 1; Кластер 3 – 2; Кластер 4 – 10; Кластер 5 – 49 | 2,380                                   |

Источник: составлено автором на основе собственных расчетов

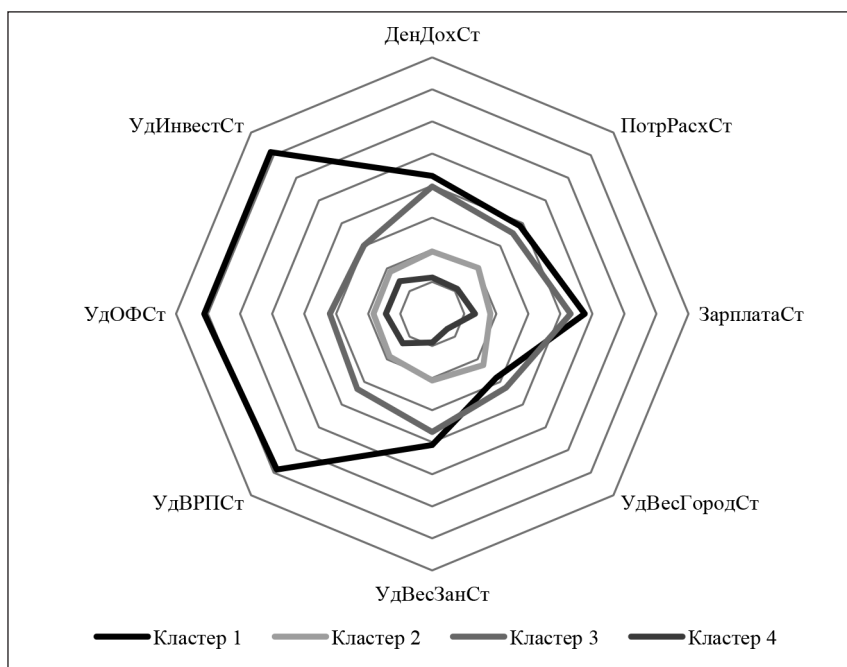


Рис. 1. Лепестковая диаграмма социально-экономических характеристик кластеров

Источник: составлено авторами на основе собственных расчетов

Таблица 4

## Конечные центры кластеров

|              | Кластер |         |         |          |
|--------------|---------|---------|---------|----------|
|              | 1       | 2       | 3       | 4        |
| ДенДохСт     | 2,30466 | -,05436 | 1,97339 | -,86345  |
| ПотрРасхСт   | 1,88010 | ,02890  | 1,56132 | -,90117  |
| ЗарплатаСт   | 2,75946 | -,18399 | 2,31965 | -,66693  |
| УдВесГородСт | ,82267  | ,25725  | 1,25152 | -1,33556 |
| УдВесЗанСт   | 2,08745 | ,07545  | 1,68106 | -1,10783 |
| УдВРПСт      | 4,86185 | -,11907 | 1,31143 | -,69960  |
| УдОФСт       | 5,11582 | -,16451 | 1,19570 | -,54903  |
| УдИнвестСт   | 5,13404 | -,13859 | 1,01621 | -,55757  |

Источник: составлено авторами на основе собственных расчетов

В этом разбиении в первый кластер попали два региона – Тюменская и Сахалинская области. Этот кластер характеризуется очень высокими показателями инвестиций, ос-

новных фондов и ВРП на душу населения. В связи с тем, что в обследовании RLMS-HSE респондентов из этих регионов нет, в дальнейшем этот кластер исключен из рассмотрения.

В третий кластер попали следующие регионы: г. Москва, г. Санкт-Петербург, Камчатский край, Магаданская область, Мурманская область, Республика Коми, Республика Саха. Этот кластер характеризуется относительно высоким уровнем всех рассматриваемых социально-экономических показателей, поэтому в дальнейшем он называется кластером регионов-лидеров.

Четвертый кластер – кластер депрессивных регионов, сильно уступающих по уровню социально-экономических показателей от остальных регионов, куда вошли Алтайский край, Кабардино-Балкарская Республика, Карачаево-Черкесская Республика, Курганская область, Республика Адыгея, Республика Алтай, Республика Бурятия, Республика Дагестан, Республика Ингушетия, Республика Калмыкия, Республика Крым, Республика Марий Эл, Республика Мордовия, Республика Северная Осетия – Алания, Республика Тыва, Ставропольский край, Чеченская Республика, Чувашская Республика.

Наиболее многочисленным получился второй кластер, включающий 53 региона, заметно уступающих регионам первого и третьего кластеров, но при этом характеризующихся лучшим социально-экономическим состоянием по сравнению с регионами четвертого кластера. В дальнейшем этот кластер именуется кластером регионов со средним уровнем развития.

## 2. Региональная дифференциация материального положения индивидов и его субъективной оценки

Распределение респондентов RLMS-HSE, участвовавших в опросе 2016 года, по кластерам, приведено в табл. 5.

Распределение ответов на вопрос об индивидуальном доходе: «Сколько денег в течение последних 30 дней Вы получили по основному месту работы

Таблица 5

**Распределение респондентов RLMS-HSE по кластерам**

| Кластер                             | Число респондентов | Процент |
|-------------------------------------|--------------------|---------|
| Кластер со средним уровнем развития | 8497               | 67,7    |
| Регионы-лидеры                      | 1994               | 15,9    |
| Депрессивные регионы                | 2063               | 16,4    |

Таблица 6

**Распределение ответов на вопрос об индивидуальном доходе**

| Кластер                          | Регионы со средним уровнем развития | Регионы-лидеры | Депрессивные регионы |
|----------------------------------|-------------------------------------|----------------|----------------------|
| Число ответивших респондентов    | 3491                                | 788            | 669                  |
| Минимум                          | 50                                  | 50             | 1200                 |
| Нижний квартиль                  | 12000                               | 20000          | 9000                 |
| Медиана                          | 20000                               | 30000          | 15000                |
| Верхний квартиль                 | 30000                               | 45000          | 20000                |
| Максимум                         | 150000                              | 250000         | 150000               |
| Средний ранг в тесте Манна-Уитни | 2396,43                             | 3420,14        | 1768,04              |

Таблица 7

**Распределение ответов на вопрос о субъективной оценке своего материального положения**

| Кластер                          | Регионы со средним уровнем развития | Регионы-лидеры | Депрессивные регионы |
|----------------------------------|-------------------------------------|----------------|----------------------|
| Число ответивших респондентов    | 6945                                | 1637           | 1689                 |
| Минимум                          | 1                                   | 1              | 1                    |
| Нижний квартиль                  | 3                                   | 3              | 3                    |
| Медиана                          | 4                                   | 4              | 4                    |
| Верхний квартиль                 | 5                                   | 5              | 5                    |
| Максимум                         | 9                                   | 9              | 8                    |
| Средний ранг в тесте Манна-Уитни | 4829,58                             | 5446,39        | 6095,13              |

Таблица 8

**Распределение ответов на вопрос об обеспокоенности своим материальным положением**

| Кластер                          | Регионы со средним уровнем развития | Регионы-лидеры | Депрессивные регионы |
|----------------------------------|-------------------------------------|----------------|----------------------|
| Число ответивших респондентов    | 7139                                | 1656           | 1714                 |
| Минимум                          | 1                                   | 1              | 1                    |
| Нижний квартиль                  | 1                                   | 2              | 2                    |
| Медиана                          | 2                                   | 2              | 2                    |
| Верхний квартиль                 | 3                                   | 4              | 3                    |
| Максимум                         | 5                                   | 5              | 5                    |
| Средний ранг в тесте Манна-Уитни | 5003,43                             | 5903,80        | 5675,96              |

после вычета налогов и отчислений? Если все или часть денег Вы получили в иностранной валюте, переведите все в рубли и назовите общую сумму» представлено в табл. 6.

Как видно из табл. 6, различия в уровне доходов респондентов разных кластеров весьма значительны и четко коррелируют с различиями кластеров по

уровню социально-экономического развития. Статистическая значимость межкластерных различий в доходах индивидов исследовалась с использованием теста Крускалла-Уоллиса. Значение тестовой статистики получилось равным  $X^2 = 520,35$ , уровень значимости  $p < 0.001$ , что говорит о том, что средние уровни доходов индивидов

разных кластеров различны. Попарное сравнение кластеров между собой выполнялось с помощью тестов Манна-Уитни, которые показали, что средние уровни индивидуальных доходов значительно отличаются во всех трех кластерах ( $p < 0.001$  во всех тестах Манна-Уитни).

В табл. 7 приведено распределение ответов на вопрос о субъективной оценке индивидами своего материального положения: «Представьте себе лестницу из 9 ступеней, где на нижней, первой ступени стоят нищие, а на высшей, девятой, богатые. На какой ступени находитесь сегодня лично Вы?» (1 — низшая ступень, 9 — высшая ступень)

Как видно из табл. 7, различия в субъективной оценке своего материального положения индивидов разных кластеров весьма невелики — практически все характеристики распределений совпадают. Статистическая значимость межкластерных различий исследовалась с использованием теста Крускалла-Уоллиса. Значение тестовой статистики получилось равным  $X^2 = 280,84$ , уровень значимости  $p < 0.001$ , что говорит о том, что субъективная оценка своего материального положения индивидов разных кластеров несколько различна. Интересно, что субъективная оценка материального положения не коррелирует с различиями кластеров по уровню социально-экономического развития — наиболее бедными чувствуют себя жители регионов со средним уровнем развития, а жители депрессивных регионов, наоборот, наименее всех склонны относить себя к бедным. Попарное сравнение кластеров между собой выполнялось с помощью тестов Манна-Уитни, которые показали, что уровни субъективной оценки материального положения значительно отличаются во всех трех кластерах ( $p < 0.001$  во всех тестах Манна-Уитни).

В табл. 8 приведено распределение ответов респондентов

на вопрос об обеспокоенности своим материальным положением: «Насколько Вас беспокоит то, что Вы не сможете обеспечивать себя самым необходимым в ближайшие 12 месяцев?» (1 – очень беспокоит, 2 – немного беспокоит, 3 – и да, и нет, 4 – не очень беспокоит, 5 – совсем не беспокоит).

Как видно из табл. 8, некоторые различия в уровне обеспокоенности индивидов разных кластеров своим материальным положением существуют. Статистическая значимость межкластерных различий исследовалась с использованием теста Крускала-Уоллиса, значение тестовой статистики получилось равным  $X^2 = 172,16$ , уровень значимости  $p < 0.001$ , что говорит о том, что уровень обеспокоенности индивидов разных кластеров различен. Более всех обеспокоены жители регионов со средним уровнем развития, менее всех – жители регионов-лидеров. Попарное сравнение кластеров между собой выполнялось с помощью тестов Манна-Уитни, которые показали, что уровни обеспокоенности значимо отличаются во всех трех кластерах ( $p < 0.001$  в тестах Манна-Уитни при сравнении уровней обеспокоенности в регионах-лидерах и регионах со средним уровнем развития и при сравнении уровней обеспокоенности в регионах со средним уровнем развития и депрессивных регионах,  $p = 0.005$  при сравнении регионов-лидеров и депрессивных регионов).

В целом, следует отметить, что большинство респондентов оценивают свои доходы ниже среднего уровня, а также выражают серьезную обеспокоенность своим материальным положением. Это, на наш взгляд, свидетельствует о том, что высокий уровень неравенства по доходам и сложившаяся кризисная ситуация в эконо-

мике создают серьезные ограничения для каждого индивида. Значительная часть людей выражает неудовлетворенность своим материальным положением, а также испытывает тревогу в связи с отсутствием уверенности в своей способности материально обеспечивать свою семью в ближайшем будущем.

### 3. Региональная дифференциация психосоциального самочувствия жителей РФ

В табл. 9 приведено распределение ответов респондентов на вопрос об удовлетворенности жизнью: «Насколько Вы удовлетворены своей жизнью в целом в настоящее время?» (1 – полностью удовлетворены, 2 – скорее удовлетворены, 3 – и да, и нет, 4 – не очень удовлетворены, 5 – совсем не удовлетворены).

Как видно из табл. 9, различия в уровне удовлетворенности жизнью индивидов разных кластеров своим материальным положением невелики. Статистическая зна-

чимость межкластерных различий исследовалась с использованием теста Крускала-Уоллиса, значение тестовой статистики получилось равным  $X^2 = 36,94$ , уровень значимости  $p < 0.001$ , что говорит о том, что уровень обеспокоенности индивидов разных кластеров несколько различается. Более всех удовлетворены своей жизнью жители регионов-лидеров, менее всех – жители регионов со средним уровнем развития. Попарное сравнение кластеров между собой выполнялось с помощью тестов Манна-Уитни, которые показали, что уровни обеспокоенности значимо отличаются во всех трех кластерах ( $p < 0.001$  в тесте Манна-Уитни при сравнении уровней обеспокоенности в регионах-лидерах и регионах со средним уровнем развития,  $p = 0.011$  при сравнении регионов со средним уровнем развития и депрессивных регионов,  $p = 0.003$  при сравнении регионов-лидеров и депрессивных регионов).

В табл. 10 приведено распределение ответов респон-

Таблица 9

Распределение ответов на вопрос об удовлетворенности жизнью

| Кластер                          | Регионы со средним уровнем развития | Регионы-лидеры | Депрессивные регионы |
|----------------------------------|-------------------------------------|----------------|----------------------|
| Число ответивших респондентов    | 7170                                | 1664           | 1717                 |
| Минимум                          | 1                                   | 1              | 1                    |
| Нижний квартиль                  | 2                                   | 2              | 2                    |
| Медиана                          | 3                                   | 2              | 3                    |
| Верхний квартиль                 | 4                                   | 3              | 3                    |
| Максимум                         | 5                                   | 5              | 5                    |
| Средний ранг в тесте Манна-Уитни | 5381,42                             | 4913,62        | 5186,97              |

Таблица 10

Распределение ответов на вопрос о счастье

| Кластер                          | Регионы со средним уровнем развития | Регионы-лидеры | Депрессивные регионы |
|----------------------------------|-------------------------------------|----------------|----------------------|
| Число ответивших респондентов    | 7002                                | 1636           | 1699                 |
| Минимум                          | 1                                   | 1              | 1                    |
| Нижний квартиль                  | 2                                   | 2              | 2                    |
| Медиана                          | 3                                   | 2              | 3                    |
| Верхний квартиль                 | 3                                   | 3              | 3                    |
| Максимум                         | 5                                   | 5              | 5                    |
| Средний ранг в тесте Манна-Уитни | 5286,60                             | 4615,49        | 5217,31              |

дентов на вопрос о счастье: «Скажите, пожалуйста, Вы счастливы?» (1 — очень счастливы, 2 — довольно счастливы, 3 — скорее счастливы, чем не счастливы, 4 — не очень счастливы, 5 — совсем несчастливы)

Как видно из табл. 10, индивиды из разных кластеров чувствуют себя практически одинаково счастливыми. Статистическая значимость межкластерных различий исследовалась с использованием теста Крускала-Уоллиса. Значение тестовой статистики получилось равным  $X^2 = 75,32$ , уровень значимости  $p < 0.001$ , что говорит о том, что уровень счастья индивидов разных кластеров несколько различен. Попарное сравнение кластеров между собой выполнялось с помощью тестов Манна-Уитни, которые показали, что несколько более счастливы жители регионов-лидеров ( $p < 0.001$  при сравнении регионов-лидеров с регионами со средним уровнем развития и депрессивными регионами). Статистически значимых различий в уровне счастья между жителями регионов со средним уровнем развития и депрессивных регионов нет ( $p = 0.369$ ).

В целом, следует отметить, что респонденты на вопросы об удовлетворенности жизни и счастье отвечают в заметно более позитивном ключе, чем на вопросы о материальном положении. Видимо, это объясняется тем, что материальное положение — важный, но не определяющий фактор психосоциального самочувствия россиян. Этот вывод вполне согласуется с результатами, полученными ранее другими исследователями [6, 7, 11]. Среди факторов, влияющих на удовлетворенность жизнью,

исследователи помимо материального положения отмечают следующие: личная безопасность, безопасность семьи, отношения в семье, возможность достижения жизненных целей и т.д.

### Заключение

Проведенное исследование позволяет сделать следующие выводы:

- анализ характеристик распределения социально-экономических показателей по регионам РФ выявил существенную неоднородность регионов по уровню социально-экономического развития — удельные показатели по регионам могут отличаться в разы. Это свидетельствует о том, что региональный аспект крайне важно принимать во внимание при исследовании любых социально-экономических проблем, в том числе проблемы неравенства доходов;

- кластеризация регионов РФ по восьми удельным социально-экономическим показателям позволила выявить 4 кластера. В первый кластер попали два региона — Сахалинская и Тюменская область, характеризующиеся очень высокими удельными показателями инвестиций, основных фондов и ВРП. Второй, самый многочисленный кластер, включающий 53 региона — кластер регионов со средним уровнем развития. Третий кластер — кластер регионов — лидеров (7 регионов), четвертый кластер — кластер депрессивных регионов (18 регионов).

- анализ взаимосвязи между уровнем социально-экономического развития региона проживания и объективным материальным положением

жителей показал четкую корреляционную связь: доходы респондентов, проживающих в регионах-лидерах, существенно выше доходов респондентов других кластеров; доходы респондентов — жителей депрессивных регионов ниже доходов респондентов других кластеров.

- изучение взаимосвязи между уровнем социально-экономического развития региона и субъективным восприятием индивидами своего материального положения показало, что восприятие своего материального положения практически одинаково во всех кластерах, чуть более бедными чувствуют себя жители регионов со средним уровнем развития, а жители депрессивных регионов, наоборот, чуть менее всех остальных склонны относить себя к бедным. Обеспокоенность своим материальным положением чуть более выражена у жителей регионов со средним уровнем развития, менее всех — у жителей регионов-лидеров.

- изучение психосоциального самочувствия жителей регионов с разным уровнем развития показывает, что уровень экономического развития региона проживания не оказывает существенного прямого влияния на психосоциальное самочувствие — индивиды из разных кластеров чувствуют себя практически одинаково удовлетворенными жизнью и практически одинаково счастливыми. Таким образом, гипотеза о том, что объективные различия в социально-экономическом развитии регионов оказывают существенное влияние на психосоциальное самочувствие населения, не подтвердилась.

## Литература

1. Бадертдинова З.Ф. Проблема бедности и богатства в учениях социал-дарвинизма и марксизма // Вестник Башкирского университета. 2008. Т. 13. № 1. С. 57–60.
2. Распределение общего объема денежных доходов и характеристики дифференциации денежных доходов населения: Федеральная служба государственной статистики URL: [http://www.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat\\_main/rosstat/ru/statistics/population/poverty/#](http://www.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_main/rosstat/ru/statistics/population/poverty/#)
3. Douthitt R.A., Macdonald M., Mullis R. The relationship between measures of subjective and economic well-being: A new look // Social Indicators Research. 1992. Volume 26. Issue 4. P. 407–422 <https://doi.org/10.1007/BF00347898>
4. Case A., Deaton A. Consumption, health, gender and poverty. Working Papers 261. Princeton University. Woodrow Wilson School of Public and International Affairs, Center for Health and Wellbeing. 2002.
5. Deutsch J., Silber J. Measuring multidimensional poverty: An empirical comparison of various approaches // Review of Income and Wealth. 2005. No. 51 (1). P. 145–174.
6. Ball R., Chernova K. Absolute Income, Relative Income, and Happiness. Social Indicators Research. 2008. No. 88(3). P. 497–529.
7. Easterlin R. Will raising the incomes of all increase the happiness of all? // Journal of Economic Behavior & Organization. 1995. No. 27. P. 35–47.
8. Blanchflower D., Oswald, A. Well-being over time in Britain and the USA // Journal of Public Economics. 2004. No. 88. P. 1359–1387.
9. Lelkes O. Tasting freedom Happiness, religion and economic transition // Journal of Economic Behavior and Organization. 2006. No. 59(2). P. 173–194.
10. Ravallion M., Lokshin M. Self-rated economic welfare in Russia // European–Economic Review. 2002. No. 46(8). P. 1453–1473.
11. Frijters P., Haisken-DeNew J., Shields M. Can the large swings in Russian life satisfaction be explained by ups and downs in real incomes // Scandinavian Journal of Economics. 2006. No. 108(3). P. 433–458.
12. Laaksonen S. A Research Note Happiness by Age is More Complex than U-Shaped // Journal of Happiness Studies. 2018. No. 19. P. 471–482. [doi:10.1007/s10902-016-9830-1](https://doi.org/10.1007/s10902-016-9830-1)
13. Matthew D. A. Well-Being, Inequality and Time: The Time-Slice Problem and its Policy Implications. Public Law and Legal Theory University of Pennsylvania Law School Research Paper. No. 07-30. 64 p.
14. Романова Н.П. Социальное неравенство: методологический аспект // Вестник Забайкальского государственного университета. 2008. No. 4. С. 140–152.

## References

1. Badertdinova Z.F. Problema bednosti i bogatstva v ucheniyakh sotsial-darvinizma i marksizma. Vestnik Bashkirskogo universiteta. 2008. Vol. 13. No. 1. P. 57–60. (In Russ.)
2. Raspredeleniye obshchego ob'yema denezhnykh dokhodov i kharakteristiki differentsiatsii denezhnykh dokhodov naseleniya: Federal'naya sluzhba gosudarstvennoy statistiki URL: [http://www.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat\\_main/rosstat/ru/statistics/population/poverty/#](http://www.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_main/rosstat/ru/statistics/population/poverty/#) (In Russ.)
3. Douthitt R.A., Macdonald M., Mullis R. The relationship between measures of subjective and economic well-being: A new look. Social Indicators Research. 1992. Vol. 26. Iss. 4. P. 407–422 <https://doi.org/10.1007/BF00347898>
4. Case A., Deaton A. Consumption, health, gender and poverty. Working Papers 261. Princeton University. Woodrow Wilson School of Public and International Affairs, Center for Health and Wellbeing. 2002.
5. Deutsch J., Silber J. Measuring multidimensional poverty: An empirical comparison of various approaches. Review of Income and Wealth. 2005. No. 51(1). P. 145–174.
6. Ball R., Chernova K. Absolute Income, Relative Income, and Happiness. Social Indicators Research. 2008. No. 88(3). P. 497–529.
7. Easterlin R. Will raising the incomes of all increase the happiness of all? Journal of Economic Behavior & Organization. 1995. No. 27. P. 35–47.
8. Blanchflower D., Oswald, A. Well-being over time in Britain and the USA. Journal of Public Economics. 2004. No. 88. P. 1359–1387.
9. Lelkes O. Tasting freedom Happiness, religion and economic transition. Journal of Economic Behavior and Organization. 2006. No. 59(2). P. 173–194.
10. Ravallion M., Lokshin M. Self-rated economic welfare in Russia. European–Economic Review. 2002. No. 46(8). P. 1453–1473.
11. Frijters P., Haisken-DeNew J., Shields M. Can the large swings in Russian life satisfaction be explained by ups and downs in real incomes. Scandinavian Journal of Economics. 2006. No. 108(3). P. 433–458.
12. Laaksonen S. A Research Note Happiness by Age is More Complex than U-Shaped. Journal of Happiness Studies. 2018. No. 19. P. 471–482. [doi:10.1007/s10902-016-9830-1](https://doi.org/10.1007/s10902-016-9830-1)
13. Matthew D. A. Well-Being, Inequality and Time: The Time-Slice Problem and its Policy Implications. Public Law and Legal Theory University of Pennsylvania Law School Research Paper. No. 07-30. 64 p.
14. Romanova N.P. Sotsial'noye neravenstvo: metodologicheskiy aspekt. Vestnik Zabaykal'skogo gosudarstvennogo universiteta. 2008. No. 4. P. 140–152. (In Russ.)

15. Калинина Д.С. Проблема социального неравенства с позиции гендерного подхода // Современные исследования социальных проблем. 2017. Т. 8. № 2-2. 2017. С. 287–293.

16. Hartigan J.A., Wong M.A. Algorithm AS 136: A K-Means Clustering Algorithm // Journal of the Royal Statistical Society. Series C (Applied Statistics). 1979. Vol. 28. No. 1. P. 100–108

17. Федеральная служба государственной статистики. Регионы России – 2017. URL: [http://www.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat\\_main/rosstat/ru/statistics/publications/catalog/doc\\_1138623506156](http://www.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_main/rosstat/ru/statistics/publications/catalog/doc_1138623506156) (дата обращения: 17.04.2016).

18. «Российский мониторинг экономического положения и здоровья населения НИУ-ВШЭ (RLMS-HSE)», проводимый Национальным исследовательским университетом «Высшая школа экономики» и ООО «Демоскоп» при участии Центра народонаселения Университета Северной Каролины в Чепел Хилле и Института социологии РАН. (URL: <http://www.cpc.unc.edu/projects/rlms> и <http://www.hse.ru/rlms>)»

19. Наследов А. SPSS 19: профессиональный статистический анализ данных. СПб.: Питер, 2011. 400 с.

15. Kalinina D.S. Problema sotsial'nogo neravenstva s pozitsii gendernogo podkhoda. Sovremennyye issledovaniya sotsial'nykh problem. 2017. Vol. 8. No. 2-2. 2017. P. 287–293. (In Russ.)

16. Hartigan J.A., Wong M.A. Algorithm AS 136: A K-Means Clustering Algorithm. Journal of the Royal Statistical Society. Series C (Applied Statistics). 1979. Vol. 28. No. 1. P. 100–108

17. Federal'naya sluzhba gosudarstvennoy statistiki. Regiony Rossii – 2017. URL: [http://www.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat\\_main/rosstat/ru/statistics/publications/catalog/doc\\_1138623506156](http://www.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_main/rosstat/ru/statistics/publications/catalog/doc_1138623506156) (accessed: 17.04.2016). (In Russ.)

18. «Rossiyskiy monitoring ekonomicheskogo polozheniya i zdorov'ya naseleniya NIU-VSH·E (RLMS-HSE)», provodimyy Natsional'nyy issledovatel'skim universitetom «Vysshaya shkola ekonomiki» i ООО «Demoskop» pri uchastii TSentra narodonaseleniya Universiteta Severnoy Karoliny v CHapel KHille i Instituta sotsiologii RAN. (URL: <http://www.cpc.unc.edu/projects/rlms> i <http://www.hse.ru/rlms>)» (In Russ.)

19. Nasledov A. SPSS 19: professional'nyy statisticheskiy analiz dannyykh. Saint Petersburg: Piter, 2011. 400 p. (In Russ.)

#### Сведения об авторах

##### **Зульфия Фануровна Ибрагимова**

К.э.н., доцент кафедры макроэкономического развития и государственного управления Института экономики, финансов и бизнеса Башкирский государственный университет, Уфа, Россия

Эл. почта: [Badertdinova@mail.ru](mailto:Badertdinova@mail.ru)

##### **Марина Валерьевна Франц**

К.т.н., доцент кафедры экономики предпринимательства Института экономики и управления

Уфимский государственный авиационный технический университет, бУфа, Россия

Эл. почта: [tan-marina@mail.ru](mailto:tan-marina@mail.ru)

#### Information about the authors

##### **Zulfiya F. Ibragimova**

Cand. Sci. (Economics), Associate Professor of the Department of macroeconomic development and public administration, Institute of economics, finance and business

Bashkir State University, Ufa, Russia

E-mail: [Badertdinova@mail.ru](mailto:Badertdinova@mail.ru)

##### **Marina V. Frants**

Cand. Sci. (Engineering), Associate Professor of the Department of business Economics, Institute of Economics and management

Ufa State Aviation Technical University, Ufa, Russia

E-mail: [tan-marina@mail.ru](mailto:tan-marina@mail.ru)

# Экономико-математическая модель прогнозирования динамики финансового рынка

**Цель исследования.** Существующие подходы к прогнозированию динамики финансовых рынков, как правило, сводятся к использованию аппарата эконометрического исчисления или наработкам технического анализа, что, в свою очередь, является следствием предпочтения данных подходов в среде специалистов, занимающихся теоретическими исследованиями, и профессиональных участников рынка соответственно. Целью исследования является разработка прогнозной экономико-математической модели, позволяющей совмещать в себе оба подхода. Другими словами, данная модель должна являться оцениваемой с помощью традиционных методов эконометрики и при этом учитывать воздействие на процесс ценообразования эффекта от кластеризации участников по поведенческим закономерностям, как основы технического анализа. Помимо этого является необходимым, чтобы создаваемая экономико-математическая модель учитывала явление существования исторических торговых уровней и контролировала оказываемое ими влияние на динамику цены, при ее нахождении в локальных областях данных уровней. Подобный анализ закономерностей поведения цены в окрестностях исторических повторяющихся уровней является популярным подходом в среде профессиональных участников рынка. Также немаловажным критерием потенциальной применимости разрабатываемой модели широким кругом заинтересованных специалистов, является простота ее общей функциональной формы и, в частности, конкретных используемых компонент.

**Материалы и методы.** В проведенном исследовании в качестве рассматриваемого финансового ряда, в целях его прогнозирования, был выбран рынок обменного курса фунта стерлингов к доллару США (GBPUSD) за период всего 2017 года. Представленная экономико-математическая модель была оценена с помощью классического фильтра Калмана со встроенной нейронной сетью. Выбор данных инструментов оценивания объясняется

их широкими возможностями при работе с нестационарными зашумленными временными рядами финансового рынка. Также использование фильтра Калмана является популярным при оценке моделей локального уровня, принцип которых был реализован в новой предложенной в работе модели.

**Результаты.** С помощью выбранного подхода по одновременному использованию калмановской фильтрации и искусственной нейронной сети была получена статистически значимая оценка всех коэффициентов модели. Последующее ее применение на данных ряда GBPUSD из тестового множества позволило продемонстрировать ее высокие прогнозные способности по сравнению с дополнительно рассмотренной моделью случайного блуждания, в особенности с точки зрения процента верных направлений прогноза. Полученные результаты свидетельствуют о том, что построенная модель позволяет эффективно учитывать структурные особенности рассматриваемого рынка и строить неплохие прогнозы будущего движения цены.

**Заключение.** Проведенное исследование направлено на развитие и совершенствование аппарата прогнозирования движения цен на финансовых рынках. В свою очередь, представленная в работе экономико-математическая модель может быть использована как специалистами при проведении теоретических исследований процесса ценообразования на финансовых рынках, так и профессиональными участниками рынка для прогнозирования направления будущего движения цен. Высокий процент правильных направлений прогноза позволяет использовать предложенную модель как самостоятельно, так и в рамках подтверждающего инструмента.

**Ключевые слова:** динамика финансового рынка, прогнозирование, экономико-математические модели, фильтр Калмана, нейронные сети

Artur R. Musin

Moscow University for Industry and Finance «SYNERGY»

## Economic-mathematical model for predicting financial market dynamics

**Study purpose.** Existing approaches to forecasting dynamics of financial markets, as a rule, reduce to econometric calculations or technical analysis techniques, which in turn is a consequence of preferences among specialists, engaged in theoretical research and professional market participants, respectively. The main study purpose is developing a predictive economic-mathematical model that allows combining both approaches. In other words, this model should be estimated using traditional methods of econometrics and, at the same time, take into account the impact on the pricing process of the effect of clustering participants on behavioral patterns, as the basis of technical analysis. In addition, it is necessary that the created economic-mathematical model should take into account the phenomenon of existing historical trading levels and control the influence they exert on price dynamics, when it falls into local areas of these levels. Such analysis of price behavior patterns in certain areas of historical repeating levels is a popular approach among professional market participants. Besides, an important criterion of developing model's potential applicability by a wide range of the

interested specialists is its general functional form's simplicity and, in particular, its components.

**Materials and methods.** In the study, the market of the pound sterling exchange rate against the US dollar (GBP/USD) for the whole period of 2017 was chosen as the considered financial series, in order to forecast it. The presented economic-mathematical model was estimated by classical Kalman filter with an embedded neural network. The choice of these assessment tools can be explained by their wide capabilities in dealing with non-stationary, noisy financial market time series. In addition, applying Kalman filter is a popular technique for estimation local-level models, which principle was implemented in the newly model, proposed in article.

**Results.** Using chosen approach of simultaneous applying Kalman filter and artificial neural network, there were obtained statistically significant estimations of all model's coefficients. The subsequent model application on GBP/USD series from the test dataset allowed demonstrating its high predictive ability comparing with added random walk model, in particular judging by percentage of correct forecast

*directions. All received results have confirmed that constructed model allows effectively taking into account structural features of considered market and building good forecasts of future price dynamics.*

**Conclusion.** *The study was focused on developing and improving apparatus of forecasting financial market prices dynamics. In turn, economic-mathematical model presented in that paper can be used both by specialists, carrying out theoretical studies of pricing process*

*in financial markets, and by professional market participants, forecasting the direction of future price movements. High percentage of correct forecast directions makes it possible to use proposed model independently or as a confirmatory tool.*

**Keywords:** *financial market dynamics, forecasting, economic-mathematical models, Kalman filter, neural networks*

## Введение

Последние десятилетия развития мировой экономики сопровождались существенным ростом ее финансового сектора, в том числе финансовых рынков, эволюционный процесс которых заключался как в увеличении объема торгов, так и в возникновении большого количества различных торгуемых инструментов. Высокая степень зависимости современной экономики от положения дел на финансовых рынках формирует актуальную задачу развития и совершенствования методов и подходов к прогнозированию динамики последних. Исторически, с начала 20 века, возникло и сформировалось два подхода к решению данной задачи прогнозирования, которые могут быть названы — статистическим и динамическим.

Первый и являющийся наиболее популярным в академической среде статистический подход заключается в том, что процесс движения цен на финансовых рынках описывается с использованием методов эконометрического исчисления, аппроксимации и стохастического моделирования. Начало данного подхода было положено в 1900 году Л. Башелье [1], продемонстрировавшим возможность моделирования движения цен акций на фондовом рынке с помощью процесса броуновского движения или модели случайного блуждания (RW) [2]. В дальнейшем предложенный способ описания динамики финансовых рынков с помощью модели случайного блуждания лег в основу концепции эффективного рынка [3–4], заключающейся в невозможности получения инвестором стабильных доходов от торговли, так как цены на финансовых рынках отражают всю доступную на каждый момент времени информацию и изменяются исключительно под влиянием поступления новой. Данная концепция, несмотря на широкую популярность в академических исследованиях, находила множество противоречий на практике. Например, в работе [5] авторами была продемонстрирована постепенная перестройка цен акций компаний в течение года после публикации отчетности о доходах. Также существует ряд исследований по теме возможности получения дохода с помощью инсайдерской информации, например [6–7]. Однако, находились противоречия и с теоретической точки зрения, сводящиеся к несоответствию статистических свойств процесса реальной рыночной

динамики с броуновским. Среди таких противоречий необходимо выделить корреляцию последовательных доходностей финансовых рядов и отличный от гауссова вид их распределения. Соответственно, последующий отказ от первого противоречия сводился к рассмотрению процесса обобщенного броуновского движения с памятью [8], в свою очередь решение проблемы негауссова характера распределения доходностей сводилось к использованию процесса Леви с устойчивым Парето распределением [9–10]. Отказ от обоих противоречий произошел благодаря созданной Р. Энглом в 1982 году модели авторегрессионной гетероскедастичности ARCH [11]. Последующие модификации данной модели, а также различные виды авторегрессионных моделей, в том числе популярная ARMA [12] и ее обобщения [13], создали основу традиционных эконометрических методов исчисления.

Отмеченные выше методы и модели представляют собой статистический подход к анализу, моделированию и прогнозированию финансовых рядов. Несмотря на развитый математический аппарат, данный подход обладает одним важным недостатком — невозможностью учета структурных особенностей исследуемого рынка и, в том числе, поведенческих закономерностей его участников. Подобные требования задачи прогнозирования динамики финансовых рынков учитываются в рамках второго подхода — динамического, являющегося в отличие от статического предпочтительным для реального практического использования. В общем виде данный подход реализует концепцию технического анализа, предложенную Ч. Доу в конце 19 века [14]. В общем виде подобная концепция заключается в том, что динамика финансового рынка определяется поведением его участников, которые в свою очередь могут быть разбиты на кластеры в зависимости от своих целей и принципов торговли. В существующей литературе данные кластеры участников, характеризующие их поведение, подразделяются на три типа: фундаменталисты (fundamentalists) [15–16], чартисты (chartists) [17] и инвесторы (investors) [18], соответствующих торговле в направлении равновесной цены, резких ценовых изменений и тренда соответственно. Динамика каждого конкретного финансового рынка на протяжении определенных промежутков времени является зависимой от доминирующего на нем кластера участников. Зачастую данное влияние заключа-

ется в выраженном характере поведения цены, имеющем наглядные исторические аналогии и паттерны. Подобные устойчивые закономерности поведения цены называются фигурами технического анализа, впервые рассмотренными в работах У. Ганна и Р. Эллиота [19] и систематизированными в работах Д. Мерфи [20] и Р. Прехтера [21]. Несмотря на описанные возможности, динамический подход имеет очевидный недостаток — невозможность применения в любой момент времени в силу периодического характера возникновения исторических фигур и паттернов [22–23], а также привязанностью к конкретному финансовому рынку.

Рост компьютерных вычислительных возможностей последних лет позволил приобрести широкую популярность аппарату искусственных нейронных сетей, открывшему значительные возможности применения как в статистическом, так и динамическом подходах к прогнозированию. С одной стороны, искусственные нейронные сети используются для аппроксимации и фильтрации нестационарных рядов финансового рынка, а также нелинейного моделирования в рамках статистического подхода и, в то же время, являются эффективным инструментом выделения структурных особенностей исследуемого рынка, его исторических фигур и паттернов в рамках динамического подхода.

Длительное время применение статистического и динамического подходов к прогнозированию движения цен на финансовых рынках имело ярко выраженный характер предпочтительности в зависимости от академической или практической направленности исследований соответственно. Однако в последние годы постепенно начинает приобретать популярность аппарат экономико-математического моделирования динамики финансовых рынков, позволяющий совмещать оба подхода. В современной литературе предлагаются различные прогнозные математические модели, учитывающие принципы технического анализа, наработки как регрессионного, так и дифференциального исчисления, а также элементы стохастического моделирования. Множество исследований по данной теме посвящено созданию моделей, позволяющих прогнозировать движение цен на финансовом рынке с помощью учета закономерностей поведения его участников, подразделяющихся на описанные выше кластеры фундаменталистов, чартистов и инвесторов. В качестве примера можно привести известные работы как западных [24–26], так и отечественных авторов [27–30]. Представленные в отмеченных трудах модели обладают функциональной формой, компоненты которой отвечают за конкретные структурные характеристики и статистические особенности динамики исследуемого финансового рынка с точки зрения технического анали-

за. В свою очередь такого рода модели имеют как теоретический характер с использованием математических выкладок и преобразований, так и прикладной с использованием реальных рыночных данных и эконометрических способов оценки.

Данная работа посвящена представлению экономико-математической модели динамики финансовых рынков, позволяющей учитывать принципы технического анализа, заключающиеся в поведенческой кластеризации участников, а также элементы стохастического моделирования. Последнее было реализовано путем использования в модели зависимой от времени компоненты локального уровня, позволяющей контролировать особенности динамики цены, возникающие вследствие ее нахождения в областях определенных исторических торговых уровней, в частности локальных минимумов и максимумах. Анализ подобных эффектов ценообразования применяется на практике большинством профессиональных участников финансового рынка, что в свою очередь делает предлагаемую модель потенциальным рабочим инструментом в рамках динамического подхода к прогнозированию. С другой стороны, экономико-математическая направленность модели, а также возможность построения ее оценки с помощью различных существующих эконометрических методов, позволяют ее применение специалистами, предпочитающими статистический подход к анализу и прогнозированию движения цен на финансовых рынках. Наиболее важным отличием представляемой модели по отношению к моделям, отмеченным выше, является уход от агентно-ориентированного подхода и рассмотрение процесса рыночного ценообразования в рамках основ технического анализа, позволяющего описывать поведение большинства агентов путем объединения их в группы по поведенческим закономерностям. Подобное отличие созданной модели является и ее преимуществом, так как по сравнению с агентно-ориентированным подходом, сводящимся к имитационному моделированию или требующим наличия оригинальных данных по каждому участнику рынка, что является затруднительным, для реального применения представляемой модели требуются исключительно традиционные данные временных рядов финансового рынка, находящиеся, как правило, в свободном доступе.

#### **Экономико-математическая модель прогнозирования динамики финансового рынка**

За основу предлагаемой в данной работе модели была взята существующая модель JCM (Jablonska-Capasso-Morale) [31]. В общем виде

модель JCM представляется следующим образом:

$$dY_t^k = [\alpha_t(Y_t^* - Y_t^k) + \beta_t(h(k, Y_t) - Y_t^k) + \gamma_t(r(k, Y_t) - Y_t^k)]dt + \sigma_t dW_t^k, \quad (1)$$

где  $Y_t^k$  — цена, выставленная участником  $k$  в момент времени  $t$ ,  $dY_t^k$  — ее приращение по времени  $t$ ,  $Y_t^*$  — равновесная (справедливая) цена в момент времени  $t$ ,  $Y_t$  — вектор цен всех участников,  $h(k, Y_t) = E(Y_t)[E(Y_t) - M(Y_t)]$  — функция моментного эффекта в ценообразовании, отражающая влияние отклонения средней цены  $E(Y_t)$  для всех участников от ее наиболее часто повторяющегося значения (моды)  $M(Y_t)$  в момент времени  $t$ ,  $r(k, Y_t)$  — функция, отражающая наиболее удаленную цену относительно цены участника  $k$ , принадлежащую окрестности, вычисляемой как процент от всего множества участников,  $W_t^k$  и  $\sigma_t$  — винеровский процесс и его стандартное отклонение для участника  $k$  в момент времени  $t$ . Коэффициенты  $\alpha_t$ ,  $\beta_t$  и  $\gamma_t$  зависят от времени  $t$  и оценивают степень влияния на цену  $Y_t^k$  участника  $k$  следующих составляющих рыночной психологии:  $(Y_t^* - Y_t^k)$  — влияние расстояния от справедливой равновесной цены, как склонность участника  $k$  к подходу фундаменталистов,  $(h(k, Y_t) - Y_t^k)$  — влияние расстояния между средней и наиболее часто повторяющейся ценами, как склонность участника  $k$  к подходу чартистов,  $(r(k, Y_t) - Y_t^k)$  — влияние расстояния от наиболее удаленной цены в рассматриваемой группе участников.

Необходимо выделить главную отличительную черту модели JCM (1) по отношению к существующим в соответствующей литературе аналогам, отмеченным выше. Модель JCM была построена с использованием стохастических дифференциальных уравнений Капассо-Моралле [32], применяемых в теории популяционной динамики животных, на основе построения аналогий между поведением членов животной популяции и группой участников финансового рынка. Подобные аналогии проявляются в известных коллективных психологических отклонениях, таких как страх и жадность участников рынка, неплохо описанных в существующих исследованиях по данной теме, например [33]. Таким образом, данная модель позволяет учитывать наиболее популярные (фундаменталисты и чартисты) психологические состояния участников рынка и их коллективное влияние на процесс формирования средней рыночной цены.

Однако модель JCM обладает рядом существенных недостатков, значительно ограничивающих возможность ее применения для анализа и прогнозирования движения цен на реальных финансовых рынках. Во-первых, данная модель является основанной на стохастических уравнениях Капассо-Моралле, применение которых ограничено подходом Лагранжа [34],

состоящего в том, что исследуемые члены животной популяции должны быть одинаковыми, а их множество должно иметь ограниченный и постоянный во времени размер. В свою очередь, количество участников финансового рынка является неограниченным и постоянно меняющимся во времени, где каждый конкретный агент данной популяции обладает различными техническими и финансовыми возможностями и, соответственно, не может считаться абсолютно одинаковым. Во-вторых, модель JCM не учитывает влияние на ценовую динамику основного элемента технического анализа — тренда, определенным образом отражающего поведение третьего кластера участников — инвесторов.

Внесение преобразований, направленных на исправление отмеченных выше недостатков модели JCM, позволило построить новую модель, представлению которой посвящена данная работа. Далее приведены основные преобразования, проведенные автором над моделью JCM (1):

1) замена понятия «участника торгов». В новой модели элемент  $Y_t^k$ , отражающий в (1) цену участника  $k$  в момент времени  $t$ , представляет агрегированное значение цен всех участников в момент времени  $k$ , который, в свою очередь, принадлежит более крупному интервалу времени  $t$ . Подобное преобразование позволило построить модель, применимую для анализа и прогнозирования динамики любого реального финансового рынка, обладающего неограниченным и непостоянным во времени множеством гетерогенных участников.

2) внесение компоненты, отвечающей за направление присутствующего тренда. Как было отмечено выше, исходная модель JCM (1) не позволяет напрямую контролировать влияние направления присутствующего тренда на ценовую динамику. Поэтому в новую модель была добавлена компонента  $\frac{1}{2} \frac{\partial}{\partial t} (Y_t^* + Y_{t-1}^*)$ , представляющая собой среднее значение производных по времени от двух последовательных равновесных цен.

3) внесение компоненты, контролирующей влияние на ценовую динамику ее локальных областей нахождения. Одним из наиболее наглядных подтверждений того, что цены на финансовом рынке не следуют процессу случайного блуждания, является существование исторических торговых уровней, значительно влияющих на динамику цены в определенных локальных окрестностях, называемых специалистами уровнями поддержки и сопротивления. Для контроля за данным эффектом в новую модель была добавлена компонента модели локального уровня  $\mu_t$  [35].

После имплементации описанных преобразований была получена следующая экономико-математическая модель:

$$dY_t^k = \alpha(Y_t^* - Y_t^k) + \beta(h(k, Y_t) - Y_t^k) + \gamma(r(k, Y_t) - Y_t^k) + \theta \frac{1}{2} \frac{\partial}{\partial t} (Y_t^* + Y_{t-1}^*) + \mu_t, \quad (2)$$

$$\mu_t = \mu_{t-1} + \varepsilon_t, \quad (3)$$

где составляющая  $(Y_t^* - Y_t^k)$  иллюстрирует стремление рыночной цены в момент времени  $k$  к достижению равновесной во времени  $t$  цены  $Y_t^*$ , в связи с наличием на рынке кластера участников фундаменталистов,  $(h(k, Y_t) - Y_t^k)$  отвечает за моментное свойство рыночного ценообразования, в связи с наличием на рынке кластера участников чартистов,  $(r(k, Y_t) - Y_t^k)$  отвечает за воздействие на рыночную динамику наиболее удаленной цены  $Y_t^k$  от ее среднего значения на шаге  $t$ ,  $\frac{1}{2} \frac{\partial}{\partial t} (Y_t^* + Y_{t-1}^*)$  отвечает за зависимость ценовой динамики от направления присутствующего на рынке тренда, в связи с наличием кластера участников инвесторов,  $\mu_t$  — компонента модели локального уровня, контролирующая эффект от локальных областей нахождения цены. Винеровская компонента шума  $\sigma_t dW_t^k$  была заменена на  $\varepsilon_t \sim N(0, \sigma_\varepsilon^2)$ . Также в отличие от (1) коэффициенты модели (2)–(3)  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$  и  $\theta$  являются независимыми от времени  $t$ , последовательный шаг которого равен единице, вследствие чего при записи новой модели приращение  $dt$  было опущено.

Оценка коэффициентов  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$  и  $\theta$  представленной модели была получена с помощью фильтра Калмана [36] со встроенной нейронной сетью [37]. Возможности подобного подхода к оценке моделей представлены в работе [38]. Далее описан общий принцип проведенной оценки. Изначально была построена искусственная нейронная сеть со следующей архитектурой — персептрон с пятью нейронами, четырьмя на входе и одним на выходе, соответствующим четырем независимым и одной зависимой переменной уравнения (2) с исключенной компонентой  $\mu_t$ . Активационной функцией являлась сигмоида единичной крутизны. Обучение было проведено в течение 10 000 итераций с помощью алгоритма обратного распространения ошибки (PROP). Далее исходные значения переменной  $dY_t^k$  были заменены ее значениями, полученными на выходе нейронной сети, а затем вся модель (2)–(3) была повторно оценена с помощью традиционной Калмановской фильтрации. Как было показано в работе [38] преимущество первоначальной аппроксимации данных с помощью нейронной сети заключается в ее высокой устойчивости к наличию статистических выбросов, что в свою очередь позволяет улучшать качество последующей оценки коэффициентов с помощью фильтра Калмана, с возможностями применения которого к моделям типа локального уровня можно ознакомиться в исследовании [39].

В качестве рассматриваемой выборки данных были использованы исторические значения обменного курса фунта стерлингов к доллару США GBPUSD за весь 2017 год с шагом в 1 минуту. Частота дискретизации для шагов по времени  $k$  и  $t$  была задана следующим образом: каждый период времени  $t$  содержал 10 последовательных шагов  $k$ , равных по длительности 1 минуте. Соответственно переменная  $Y_t^k$  представляла собой значение курса GBPUSD в момент времени  $k$ . Так как прогноз может строиться для любого момента времени  $k$ , принадлежащего шагу  $t$ , то в качестве элементов прогнозируемого ряда были использованы каждые первые значения цены GBPUSD, соответствующие  $k = 1$ , принадлежащие каждому десятиминутному промежутку времени  $t$ . Значения равновесной цены  $Y_t^*$  для каждого шага по времени  $t$  определялись функцией простой скользящей средней с тринадцатью периодами. Выбор в качестве  $Y_t^*$  именно такой функции не является принципиальным и может быть изменен любым исследователем на свое усмотрение. Обучающая выборка содержала значения GBPUSD за период с 01.01.2017 по 31.10.2017, в свою очередь оставшиеся данные за период с 01.11.2017 по 31.12.2017 были использованы как тестовое множество. Для построения нейронной сети была использована программа Deductor Academic 5.3, в свою очередь оценка фильтром Калмана проведена в статистическом пакете Stata 12 [40]. В табл. 1 представлены полученные значения коэффициентов и соответствующие параметры их оценки.

Таблица 1

## Результаты оценки коэффициентов модели (2)–(3)

| Коэффициент             | Значение | Стандартная ошибка | p-значение |
|-------------------------|----------|--------------------|------------|
| $\alpha$                | 0,0747   | 0,0001             | 0,0000     |
| $\beta$                 | 0,0003   | 0,0000             | 0,0000     |
| $\gamma$                | -0,0158  | 0,0001             | 0,0000     |
| $\theta$                | -0,0444  | 0,0005             | 0,0000     |
| Количество наблюдений   |          |                    | 31 666     |
| Статистика $\chi^2$     |          |                    | 1 961 004  |
| p-значение ( $\chi^2$ ) |          |                    | 0,0000     |

Результаты построенной оценки, приведенные в табл. 1, свидетельствуют о статистической значимости (p-значение  $< 0,05$ ) всех коэффициентов предложенной модели (2)–(3). Далее, в табл. 2, приведены результаты ее прогнозной способности, а также результаты прогнозирования добавленной в целях сравнения модели случайного блуждания (RW), полученные на данных тестового множества исследуемого ряда GBPUSD.

Из представленных результатов можно видеть, что построенная модель (2)–(3), продемонстрировала схожие качества прогноза по

Таблица 2

## Результаты прогнозной способности модели (2)–(3)

| Показатель                        | Модель | RW     |
|-----------------------------------|--------|--------|
| Максимальная относительная ошибка | 0,48%  | 0,41%  |
| Минимальная относительная ошибка  | 0,00%  | 0,00%  |
| Средняя относительная ошибка      | 0,01%  | 0,01%  |
| Верные направления прогноза       | 56,40% | 49,80% |

сравнению с моделью случайного блуждания (RW) с точки зрения показателей максимальной, минимальной и средней относительных ошибок. Однако, наиболее важным показателем, иллюстрирующим действительно высокие прогнозные способности предложенной модели, является процент верных направлений прогноза, который составил 56,40% при 49,80%, полученных при использовании модели RW, для которой данный процент, независимо от выбора исследуемого рынка, в большинстве случаев составляет приблизительно 50%. В общем виде, применимость любых моделей для описания и прогнозирования динамики финансовых рынков может быть характеризована с помощью данного показателя, или разницы между его абсолютной величиной и 50%.

В целях подтверждения значимости и важности показателя процента правильных направлений прогноза можно привести пример его использования для торговли на рынке бинарных опционов. Данная торговля представляет собой выставление участниками ставок на рост или снижение цены за ограниченный промежуток времени или до конкретных заранее заданных значений. В случае, когда прогноз оказывается верным, участнику возвращается определенный процент от ставки, в противном случае, при неверном прогнозе, участник теряет ставку полностью. Как правило, для большинства существующих брокеров возврат ставки осуществляется в размере 85%, при котором математическое ожидание каждой “игры” определяется по следующей формуле:

$$E = p * x * 0,85 + (1 - p) * (-x), \quad (4)$$

где  $p$  представляет собой вероятность правильного прогноза, а  $x$  размер начальной ставки.

С помощью формулы (4) можно оценить, что математическое ожидание  $E$  будет положительным при условии превышения процента правильных направлений прогноза  $p$  порогового значения, равного 54,05%. Как было показано в табл. 2, предложенная модель (2)–(3) позволила продемонстрировать по итогам тестирования на данных рынка GBPUSD процент правиль-

ных направлений прогноза, равный 56,40%, что соответствует положительному математическому ожиданию 0,04 от начальной ставки или  $0,04 * x$ . В свою очередь аналогичный результат при использовании модели случайного блуждания составил -0,08 или  $-0,08 * x$ . Экстраполируя подобный результат, можно сделать вывод, что применение предложенной модели для торговли на рынке бинарных опционов обладает потенциалом к получению значительного дохода при совершении большого количества сделок или использовании высоких начальных ставок, в отличие от модели случайного блуждания, применение которой на длительном временном горизонте приведет к получению гарантированного значительного убытка.

### Заключение

В данной статье была представлена экономико-математическая модель, позволяющая прогнозировать динамику финансового рынка, учитывая его структурные и характеристические особенности ценообразования с точки зрения коллективного воздействия участников и эффекта их кластеризации. Важнейшим преимуществом новой предложенной модели перед существующими в литературе аналогами, отмеченными в работе, является реализация в ней концепции зависимости динамики цены от локальных областей ее нахождения, а также уход от агентно-ориентированного подхода в пользу обобщения его элементов в рамках традиционного технического анализа. Представленная модель продемонстрировала высокие прогнозные способности на данных рассмотренного рынка GBPUSD, в особенности с точки зрения процента правильных направлений прогноза 56,40%, что, как было показано в качестве примера, превышает пороговую вероятность 54,05%, соответствующую положительному математическому ожиданию торговли на рынке бинарных опционов для большинства существующих брокеров.

Необходимо отметить, что предложенная модель одновременно опирается на описанные в работе статистический и динамический подходы к прогнозированию, состоящие в применении элементов технического анализа и аппарата регрессионного исчисления соответственно, что в свою очередь делает ее удобной к использованию профессиональными участниками рынка в качестве рабочего инструмента для формирования обоснованных прогнозов и специалистами, занимающимися теоретическими исследованиями рыночного ценообразования.

## Литература

1. Cootner P.H. The Random Character of Stock Market Prices. Cambridge, MA: MIT Press, 1964. P. 17–78.
2. Pearson K. Problem of the Random Walk // Nature. 1905. Vol. 72. No. 1865. 294 p. <http://dx.doi.org/10.1038/072294b0>
3. Fama E.F., Malkiel B.G. Efficient capital markets: A review of theory and empirical work // Journal of Finance. 1970. Vol. 25. No. 2. P. 383–417. doi: <http://dx.doi.org/10.2307/2325486>
4. Samuelson P.A. Proof That Properly Anticipated Prices Fluctuate Randomly // Industrial Management Review. 1965. Vol. 6. P. 41–49.
5. Bernard V.L., Thomas J.K. Evidence that stock prices do not fully reflect the implications of current earnings for future earnings // Journal of Accounting and Economics. 1990. Vol. 13. P. 305–340. [http://dx.doi.org/10.1016/0165-4101\(90\)90008-R](http://dx.doi.org/10.1016/0165-4101(90)90008-R)
6. Chowdhury M., Howe J.S., Lin J. The relation between aggregate insider transaction and stock market returns // The Journal of Financial and Quantitative Analysis. 1993. Vol. 28. No. 3. P. 431–437. <http://dx.doi.org/10.2307/2331423>
7. Pettit R.R., Venkatesh R.R. Insider Trading and Long-Run Return Performance // Financial Management. 1995. Vol. 24. No. 2. P. 88–103. <http://dx.doi.org/10.2307/3665537>
8. Mandelbrot B.B., Van Ness J.W. Fractional Brownian motions, fractional noises and applications // SIAM Rev. 1968. Vol. 10. No. 4. P. 422–437. <https://doi.org/10.1137/1010093>
9. Mandelbrot B.B. The Pareto-Levy law and the distribution of income // International Economic Review. 1960. Vol. 1. No. 2. P. 79–106. <http://dx.doi.org/10.2307/2525289>
10. Mandelbrot B.B. The Stable Paretian Income Distribution, when the Apparent Exponent is Near Two // International Economic Review. 1963. Vol. 4. No. 1. P. 111–115. <http://dx.doi.org/10.2307/2525463>
11. Engle R.F. Autoregressive Conditional Heteroscedasticity with Estimates of the Variance of United Kingdom inflation // Econometrica. 1982. Vol. 50. No. 4. P. 987–1007. <http://dx.doi.org/10.2307/1912773>
12. Whittle P. Hypothesis Testing in Time Series Analysis // Uppsala University. 1951. 42 p.
13. Box G.E.P., Jenkins G.M. Time Series Analysis: Forecasting and Control, 2nd ed. San Francisco: Holden Day. 1976.
14. Schannep J. Dow theory for the 21th century: Technical indicators for improving your investment results. New York: John Wiley and Sons. 2008.
15. Mark N.C. Exchange rates and fundamentals: Evidence on long-horizon predictability // American Economic Review. 1995. Vol. 85. P. 201–218.
16. Kilian L. Exchange rates and monetary fundamentals: what do we learn from long-horizon regressions? // Journal of Applied Econometrics. 1999.

## References

1. Cootner P.H. The Random Character of Stock Market Prices. Cambridge, MA: MIT Press, 1964. P. 17–78.
2. Pearson K. Problem of the Random Walk. Nature. 1905. Vol. 72. No. 1865. 294 p. <http://dx.doi.org/10.1038/072294b0>
3. Fama E.F., Malkiel B.G. Efficient capital markets: A review of theory and empirical work. Journal of Finance. 1970. Vol. 25. No. 2. P. 383–417. <http://dx.doi.org/10.2307/2325486>
4. Samuelson P.A. Proof That Properly Anticipated Prices Fluctuate Randomly. Industrial Management Review. 1965. Vol. 6. P. 41–49.
5. Bernard V.L., Thomas J.K. Evidence that stock prices do not fully reflect the implications of current earnings for future earnings. Journal of Accounting and Economics. 1990. Vol. 13. P. 305–340. [http://dx.doi.org/10.1016/0165-4101\(90\)90008-R](http://dx.doi.org/10.1016/0165-4101(90)90008-R)
6. Chowdhury M., Howe J.S., Lin J. The relation between aggregate insider transaction and stock market returns. The Journal of Financial and Quantitative Analysis. 1993. Vol. 28. No. 3. P. 431–437. <http://dx.doi.org/10.2307/2331423>
7. Pettit R.R., Venkatesh R.R. Insider Trading and Long-Run Return Performance. Financial Management. 1995. Vol. 24. No. 2. P. 88–103. <http://dx.doi.org/10.2307/3665537>
8. Mandelbrot B.B., Van Ness J.W. Fractional Brownian motions, fractional noises and applications. SIAM Rev. 1968. Vol. 10. No. 4. P. 422–437. <https://doi.org/10.1137/1010093>
9. Mandelbrot B.B. The Pareto-Levy law and the distribution of income. International Economic Review. 1960. Vol. 1. No. 2. P. 79–106. <http://dx.doi.org/10.2307/2525289>
10. Mandelbrot B.B. The Stable Paretian Income Distribution, when the Apparent Exponent is Near Two. International Economic Review. 1963. Vol. 4. No. 1. P. 111–115. <http://dx.doi.org/10.2307/2525463>
11. Engle R.F. Autoregressive Conditional Heteroscedasticity with Estimates of the Variance of United Kingdom inflation. Econometrica. 1982. Vol. 50. No. 4. P. 987–1007. <http://dx.doi.org/10.2307/1912773>
12. Whittle P. Hypothesis Testing in Time Series Analysis. Uppsala University. 1951. 42 p.
13. Box G.E.P., Jenkins G.M. Time Series Analysis: Forecasting and Control, 2nd ed. San Francisco: Holden Day. 1976.
14. Schannep J. Dow theory for the 21th century: Technical indicators for improving your investment results. New York: John Wiley and Sons. 2008.
15. Mark N.C. Exchange rates and fundamentals: Evidence on long-horizon predictability. American Economic Review. 1995. Vol. 85. P. 201–218.
16. Kilian L. Exchange rates and monetary fundamentals: what do we learn from long-horizon regressions? Journal of Applied Econometrics. 1999.

Vol. 14. No. 5. P. 491–510. [http://dx.doi.org/10.1002/\(SICI\)1099-1255\(199909/10\)14:5%3C491::AID-JAE527%3E3.0.CO;2-D](http://dx.doi.org/10.1002/(SICI)1099-1255(199909/10)14:5%3C491::AID-JAE527%3E3.0.CO;2-D)

17. Day R., Huang W. Bulls, bears and market sheep // Journal of Economic Behavior and Organization. 1990. Vol. 14. No. 3. P. 299–329. [http://dx.doi.org/10.1016/0167-2681\(90\)90061-H](http://dx.doi.org/10.1016/0167-2681(90)90061-H)

18. Глухов В.В., Бахрамов Ю.М. Финансовый менеджмент: Участники рынка, инструменты, решения. СПб.: Специальная литература, 1995. 430 с.

19. Elliott R.N. Elliot's Masterworks: the Definitive Collection. Gainesville: New Classics Library, 1994.

20. Мерфи Дж. Технический анализ фьючерсных рынков. М.: Сокол, 1996.

21. Prechter R.R., Frost A.J. Ellitott wave principle key to market behavior. Gainesville: New Classics Library, 1978.

22. James N.K., Liu R., Kwong W.M. Automatic extraction and identification of chart patterns towards financial forecast // Applied Soft Computing. 2007. Vol. 7. No. 4. P. 1197–1208.

23. Jar-Long W., Shu-Hui C. Stock market trading rule discovery using pattern recognition and technical analysis // Expert Systems with Applications. 2007. Vol. 33. No. 2. P. 304–315.

24. Brock W.A., Hommes C.H. Heterogeneous beliefs and routes to chaos in a simple asset pricing model // Journal of Economic Dynamics and Control. 1998. Vol. 22. No. 8–9. P. 1235–1274. [http://dx.doi.org/10.1016/S0165-1889\(98\)00011-6](http://dx.doi.org/10.1016/S0165-1889(98)00011-6)

25. Lux T., Marchesi M. Scaling and criticality in a stochastic multi-agent model of a financial market // Nature. 1999. Vol. 397. P. 498–500. <http://dx.doi.org/10.1038/17290>

26. Boswijk P., Hommes C., Manzan S. Behavioral heterogeneity in stock prices // Journal of Economic Dynamics and Control. 2007. Vol. 31. P. 1938–1970.

27. Арбузов В.О., Ивлиев С.В. К вопросу идентификации высокочастотных трейдеров на финансовом рынке // Вестник Пермского гос. ун-та / серия «Экономика». 2014. № 2. С. 24–30.

28. Арбузов В.О. К вопросу использования имитационных моделей финансового рынка для прогнозирования последствий регулирования минимального изменения цены // Вестник Пермского ун-та / серия «Экономика». 2014. № 4. С. 13–23.

29. Гисин В.Б., Шаповал А.Б., Лунева Е.П. Агентно-ориентированные модели фондового рынка Вестник Финансового университета. 2008. № 4. С. 57–67.

30. Лебедева Т.С., Ковалевский Д.В. Стохастическая динамика цен в модели финансового рынка с шумовыми агентами различных типов // Научный журнал КубГАУ. 2015. Т. 10. № 114. С. 1489–1501.

31. Jablonska M., Kauranne T. Multi-agent stochastic simulation for the electricity spot

Vol. 14. No. 5. P. 491–510. [http://dx.doi.org/10.1002/\(SICI\)1099-1255\(199909/10\)14:5%3C491::AID-JAE527%3E3.0.CO;2-D](http://dx.doi.org/10.1002/(SICI)1099-1255(199909/10)14:5%3C491::AID-JAE527%3E3.0.CO;2-D)

17. Day R., Huang W. Bulls, bears and market sheep. Journal of Economic Behavior and Organization. 1990. Vol. 14. No. 3. P. 299–329. [http://dx.doi.org/10.1016/0167-2681\(90\)90061-H](http://dx.doi.org/10.1016/0167-2681(90)90061-H)

18. Glukhov V.V., Bakhramov YU.M. Finansovyy menedzhment: Uchastniki rynka, instrumenty, resheniya. Saint Petersburg: Spetsial'naya literatura, 1995. 430 p. (In Russ.)

19. Elliott R.N. Elliot's Masterworks: the Definitive Collection. Gainesville: New Classics Library, 1994.

20. Merfi Dzh. Tekhnicheskiy analiz fyuchersnykh rynkov. Moscow: Sokol, 1996.

21. Prechter R.R., Frost A.J. Ellitott wave principle key to market behavior. Gainesville: New Classics Library, 1978.

22. James N.K., Liu R., Kwong W.M. Automatic extraction and identification of chart patterns towards financial forecast. Applied Soft Computing. 2007. Vol. 7. No. 4. P. 1197–1208.

23. Jar-Long W., Shu-Hui C. Stock market trading rule discovery using pattern recognition and technical analysis. Expert Systems with Applications. 2007. Vol. 33. No. 2. P. 304–315.

24. Brock W.A., Hommes C.H. Heterogeneous beliefs and routes to chaos in a simple asset pricing model. Journal of Economic Dynamics and Control. 1998. Vol. 22. No. 8–9. P. 1235–1274. [http://dx.doi.org/10.1016/S0165-1889\(98\)00011-6](http://dx.doi.org/10.1016/S0165-1889(98)00011-6)

25. Lux T., Marchesi M. Scaling and criticality in a stochastic multi-agent model of a financial market. Nature. 1999. Vol. 397. P. 498–500. <http://dx.doi.org/10.1038/17290>

26. Boswijk P., Hommes C., Manzan S. Behavioral heterogeneity in stock prices. Journal of Economic Dynamics and Control. 2007. Vol. 31. P. 1938–1970.

27. Arbuzov V.O., Ivliyev S.V. K voprosu identifikatsii vysokochastotnykh treyдеров na finansovom rynke. Vestnik Permskogo gos. un-ta / seriya «Ekonomika». 2014. No. 2. P. 24–30. (In Russ.)

28. Arbuzov, V.O. K voprosu ispol'zovaniya imitatsionnykh modeley finansovogo rynka dlya prognozirovaniya posledstviy regulirovaniya minimal'nogo izmeneniya tseny. Vestnik Permskogo unta / seriya «Ekonomika». 2014. No. 4. P. 13–23. (In Russ.)

29. Gisin V.B., SHapoval A.B., Luneva E.P. Agentno-oriyentirovannyye modeli fondovogo rynka Vestnik Finansovogo universiteta. 2008. No. 4. P. 57–67. (In Russ.)

30. Lebedeva T.S., Kovalevskiy D.V. Stokhasticheskaya dinamika tsen v modeli finansovogo rynka s shumovymi agentami razlichnykh tipov. Nauchnyy zhurnal KubGAU. 2015. Vol.10. No. 114. P. 1489–1501. (In Russ.)

31. Jablonska M., Kauranne Vol. Multi-agent stochastic simulation for the electricity spot

market price // Lecture Notes in Economics and Mathematical Systems. 2011. Vol. 8. P. 3–14.

32. Morale D., Capasso V., Oelschläge K. An interacting particle system modelling aggregation behavior: from individuals to populations // Journal of mathematical biology. 2005. Vol. 50. № 1. 4966 p. <http://dx.doi.org/10.1007/s00285-004-0279-1>

33. Frank H.W. Greed, fear and stock market dynamics // Physica A. 2004. Vol. 343. P. 635–642.

34. Durrett R. Levin S.A. The importance of being discrete (and spatial) // Theoretical Population Biology. 1994. Vol. 46. No. 3. P. 363–394. <http://dx.doi.org/10.1006/tpbi.1994.1032>

35. Durbin J., Koopman S.J. A simple and efficient simulation smoother for state space time series analysis // Biometrika. 2002. Vol. 89. No. 3. P. 603–615. <http://dx.doi.org/10.1093/biomet/89.3.603>

36. Kalman R.E. A New Approach to Linear Filtering and Prediction Problems // Trans. ASME, Journal of Basic Engineering. 1960. Vol. 82. No. 1. P. 35–45. <http://dx.doi.org/10.1115/1.3662552>

37. Галушкин А.И. Нейронные сети: основы теории. М.: Горячая линия Телеком, 2010. 496 с.

38. Bolland P.J., Connor J. A constrained neural network kalman filter for price estimation in high frequency financial data // International Journal of Neural Systems. 1997. Vol. 8. No. 4. P. 399–415. <http://dx.doi.org/10.1142/S0129065797000409>

39. Мусин А.Р. Сравнение качества прогнозных моделей валютного рынка с применением калмановской фильтрации и традиционных моделей временных рядов // Интернет-журнал «НАУКОВЕДЕНИЕ». 2017. № 3. С. 1–11.

40. Цыпин А.П., Сорокин А.С. Статистические пакеты программ в социально-экономических исследованиях // Азимут научных исследований: экономика и управление. 2016. Т. 5. № 4. С. 379–384.

market price. Lecture Notes in Economics and Mathematical Systems. 2011. Vol. 8. P. 3–14.

32. Morale D., Capasso V., Oelschläge K. An interacting particle system modelling aggregation behavior: from individuals to populations. Journal of mathematical biology. 2005. Vol. 50. No. 1. 4966 p. <http://dx.doi.org/10.1007/s00285-004-0279-1>

33. Frank H.W. Greed, fear and stock market dynamics. Physica A. 2004. Vol. 343. P. 635–642.

34. Durrett R. Levin S.A. The importance of being discrete (and spatial). Theoretical Population Biology. 1994. Vol. 46. No. 3. P. 363–394. <http://dx.doi.org/10.1006/tpbi.1994.1032>

35. Durbin J., Koopman S.J. A simple and efficient simulation smoother for state space time series analysis. Biometrika. 2002. Vol. 89. No. 3. P. 603–615. <http://dx.doi.org/10.1093/biomet/89.3.603>

36. Kalman R.E. A New Approach to Linear Filtering and Prediction Problems. Trans. ASME, Journal of Basic Engineering. 1960. Vol. 82. No. 1. P. 35–45. <http://dx.doi.org/10.1115/1.3662552>

37. Galushkin A.I. Neyronnyye seti: osnovy teorii. Moscow: Goryachyaya liniya Telekom, 2010. 496 p.

38. Bolland P.J., Connor J. A constrained neural network kalman filter for price estimation in high frequency financial data. International Journal of Neural Systems. 1997. Vol. 8. No. 4. P. 399–415. <http://dx.doi.org/10.1142/S0129065797000409>

39. Musin A.R. Sravneniye kachestva prognoznykh modeley valyutnogo rynka s primeneniym kalmanovskoy fil'tratsii i traditsionnykh modeley vremennykh ryadov. Internet-zhurnal «NAUKOVEDENIE». 2017. No. 3. P. 1–11. (In Russ.)

40. TSypin A.P., Sorokin A.S. Statisticheskiye pakety programm v sotsial'no-ekonomicheskikh issledovaniyakh. Azimut nauchnykh issledovaniy: ekonomika i upravleniye. 2016. Vol. 5. No. 4. P. 379–384. (In Russ.)

#### Сведения об авторе

**Артур Рустамович Мусин**

Московский финансово-промышленный университет «СИНЕРГИЯ»

E-mail: amusin@nes.ru

#### Information about the author

**Artur R. Musin**

Moscow University for Industry and Finance «SYNERGY» University

E-mail: amusin@nes.ru

# Статистический анализ механизма формирования концептов-представлений в организационно-технических системах

Целью исследования является аналитическое описание одного из модулей организационно-технической системы, предназначенного для формирования чувственных образов и их преобразования в концепты-представления. В рамках компьютерной парадигмы в организационно-технических системах используются такие очевидные принципы, как цифровое представление информации и ее обработка с применением алгоритмов, реализуемых вычислительными средствами. Успехи применения компьютерной парадигмы являются, безусловно, впечатляющими, однако очевидно, что существуют такие ситуации, в которых человеческое сознание действует значительно эффективнее, интерпретируя нестандартные, новые ситуации с целью выработки адекватного реагирования. В связи с этим большой интерес представляют попытки моделирования некоторых механизмов человеческого сознания в рамках когнитивного подхода. В соответствии с представлениями когнитивной теории в человеческом мозге формируются образы (схемы, категории, гештальты, системы, архетипы и т.п.), которые затем обрабатываются. Предполагается, что возникшие образы, являются теми воздействиями, которые затем обрабатываются, воспринимаются, перерабатываются, используются организационно-технической системой для формирования концептов-представлений. Концепт-представление является обобщенным чувственно-наглядным образом рассматриваемого предмета или явления и характеризуется рядом признаков, число которых может меняться в процессе функционирования системы.

Для исследования статистических характеристик механизма формирования концептов-представлений в работе используется метод марковских цепей. Предполагается, что формирование чувственных образов и их преобразование в концепты-представления возникает в случайные моменты времени. Модуль

формирования концептов-представлений может находиться в одном из двух состояний, отвечающих логике его функционирования — либо его состояние не меняется, либо при формировании нового концепта-представления состояние модуля меняется. Введена в рассмотрение стохастическая матрица одношаговых переходных вероятностей, характеризующая изменения состояний модуля, а также соответствующие начальные вероятности состояний.

В результате применения теории марковских цепей с двумя состояниями приведены соотношения для вероятностей состояний модуля через произвольное число шагов, а также асимптотическое выражения для вероятностей состояний. Приведены графики изменения вероятностей состояний модуля в зависимости от числа шагов цепи, начальных вероятностей, вероятностей одношаговых переходов стохастической матрицы. Получены аналитические выражения и соответствующие графики для среднего числа пребываний модуля в конкретном состоянии, которые интерпретируются как среднее число коррекций существенных признаков концептов-представлений. Получены асимптотические соотношения для числа коррекций, а также дана оценка погрешности приближенных асимптотических соотношений.

Таким образом, в работе сформулирована весьма общая модель случайного процесса формирования чувственных образов и их преобразования в концепты-представления. Ключевой задачей практического применения модели является анализ логики функционирования конкретной организационно-технической системы и определение на этой основе фигурирующих в модели параметров.

**Ключевые слова:** Когнитивная система, концепт-представление, марковская цепь

Alexander A. Solodov

Kosygin Russian State University, Moscow, Russia

## Statistical analysis of the formation mechanism of concepts-representations in organizational and technical systems

The aim of the research is the analytical description of one of the modules of the organizational and technical system, designed for the formation of sensual images and their transformation into concepts-representations. Within the framework of the computer paradigm in organizational and technical systems, such obvious principles as digital representation of information and its processing with the use of algorithms implemented by computing means are used. The success of the computer paradigm application is certainly impressive, but there are clearly situations in which human consciousness operates much more efficiently, interpreting the unconventional, the new situation with the aim of formulating an adequate response. In this regard, attempts to model some mechanisms of human consciousness within the framework of the cognitive approach are of great interest. In accordance with the ideas of cognitive theory in the human brain,

images (schemes, categories, gestalts, systems, archetypes, etc.) are formed and then are processed. It is assumed that the resulting images are those effects that are then processed, perceived, used by the organizational and technical system for the formation of concepts-representations. Concept representation is a generalized sensual-visual image of the object or phenomenon and is characterized by a number of features, the number of which may vary in the course of the system operation.

The method of Markov chains is used to study the statistical characteristics of the mechanism of formation of concepts-representations. It is assumed that the formation of sensual images and their transformation into concepts-representations occurs at random moments of time. The module of concept-representation formation can be in one of two states that correspond to the logic of its functioning - either

its state does not change, or when a new concept-representation is formed, the state of the module changes. A stochastic matrix of one-step transient probabilities, characterizing changes in the module states and corresponding initial probabilities of states is introduced. Because of application of the theory of Markov chains with two states, the relations for the probabilities of the module states through an arbitrary number of steps, as well as asymptotic expressions for the probabilities of states are given. The graphs of the module state probabilities change depending on the number of circuit steps, initial probabilities, probabilities of one-step transitions of the stochastic matrix are presented. Analytical expressions and corresponding graphs for the average number of stays in the module of a particular state are obtained,

which are interpreted as the average number of corrections of essential features of concepts-representations. The asymptotic relations for the number of corrections are obtained, and the error of the approximate asymptotic relations is estimated.

Thus, the paper formulates a very general model of the random process of formation of sensual images and their transformation into concepts-representations. The key task of the practical application of the model is to analyze the logic of the functioning of a particular organizational and technical system and to determine on this basis the parameters appearing in the model.

**Keywords:** cognitive system, concept-representation, Markov chain

## Введение

На современном этапе развития организационно-технических систем актуальным является сочетание достижений компьютерных технологий и когнитивных подходов.

В рамках компьютерной парадигмы в организационно-технических системах используются такие очевидные принципы, как цифровое представление информации и ее обработка с применением алгоритмов, реализуемых вычислительными средствами [1, 2, 3]. Успехи применения компьютерной парадигмы являются, безусловно, впечатляющими. Однако также очевидно, что существуют такие ситуации, в которых человеческое сознание действует значительно эффективнее, интерпретируя нестандартные, новые ситуации с целью выработки адекватного реагирования.

В связи с этим большой интерес представляют попытки моделирования некоторых механизмов человеческого сознания в рамках когнитивного подхода [1, 2, 4, 5, 6]. В соответствии с представлениями когнитивной теории [4, 7, 8] в человеческом мозге формируются образы (схемы, категории, гештальты, системы, архетипы и т.п.), которые затем обрабатываются. В работе не рассматриваются терминологические нюансы, связанные с определением основных понятий когнитивной теории и для обозначения упомянутых понятий используется термин «чувственный образ».

Предполагается, что возникшие образы, являются теми воздействиями, которые затем обрабатываются, воспринимаются, перерабатываются, используются организационно-технической системой для формирования концептов-представлений. Концепт-представление является обобщенным чувственно-наглядным образом рассматриваемого предмета или явления [9, 10, 11, 12, 13] и характеризуется рядом признаков, число которых может меняться в процессе функционирования системы.

Современная тенденция разработки организационно-технических систем состоит в применении модульного принципа проектирования интеллектуальных систем [9, 14, 15, 16, 17]

Вполне очевидно, что формирование чувственных образов и их преобразование в концепты-представления возникает в случайные моменты времени. Следуя [4], будем полагать, что «Человек всегда взаимодействует с информацией, полученной от органов чувств — дорабатывая ее в своем сознании».

В настоящей работе предпринято аналитическое описание одного из модулей организационно-технической системы, предназначенного для формирования чувственных образов и их преобразования в концепты-представления. Поскольку остальные модули системы не рассматриваются, то в работе упомянутый модуль именуется просто системой. Математическим инструментом такого описания являются марковские цепи.

В работе рассмотрена простейшая модель организационно-технической системы в виде марковской цепи с двумя состояниями, отвечающими логике функционирования системы. Дана интерпретация статистических характеристик состояний системы в терминах концептов-представлений. Изучено асимптотическое поведение марковской цепи.

## 1. Математическая модель организационно-технической системы

Будем полагать, что система функционирует в непрерывном времени, и предположим, что на входе системы дискретно (скачкообразно) возникают некоторые образы, под воздействие которых система меняет свое состояние. Более подробно это означает следующее [9]: «Ключевую роль в формировании и использовании концептов-представлений в задачах целенаправленного поведения играет модуль формирования концептов представлений для выявления существенных признаков, получаемых системой из внешнего мира в виде чувственных образов».

Выявление существенных признаков происходит следующим образом: из базы знаний извлекается концепт-представление для чувственного образа и используется как текущее множество существенных признаков. Из чувственного образа признаки сравниваются с текущим множеством существенных признаков

рассматриваемого концепта-представления. Если признаки чувственного образа совпадают с существенными признаками множества существенных признаков, то концепт-представление перезаписывается в базу знаний. Если чувственный образ содержит не все существенные признаки текущего множества существенных признаков концепта-представления, то отсутствующие существенные признаки помечаются как кандидаты на удаление из числа существенных признаков, после определенного числа повторений такой ситуации. Сформированные концепты-представления заносятся в базу знаний для хранения и использования».

В дальнейшем рассматривается только упомянутый модуль формирования концептов-представлений, поэтому для простоты он отождествляется со всей системой и именуется системой формирования концептов-представлений или просто системой.

Таким образом, в функционировании системы (модуля) формирования концептов-представлений отчетливо выделяются два состояния. Первое состояние, которое обозначим через  $A$ , характеризуется тем, что система свое состояние не меняет, а второе состояние, которое обозначим через  $B$ , характеризуется тем, что система свое состояние изменила.

Процесс появления чувственных образов [10] на входе системы объясняется внешними по отношению к системе факторами (внешней средой) и в ряде интересных содержательных приложений должен рассматриваться как случайный. Естественным инструментом описания таких изменений состояний является теория марковских цепей. В связи с этим введем в рассмотрение марковскую цепь, состоящую из двух описанных состояний  $A$  и  $B$ . Одношаговые переходные вероятности состояний системы определим следующим образом.

Если на предыдущем шаге система находилась в состоянии  $A$ , то вероятность перехода в состояние  $B$  обозначим через  $a$ , а если на предыдущем шаге система находилась в состоянии  $B$ , то вероятность перехода в состояние  $A$  обозначим через  $b$ . Смысл этих переходов вытекает из определения состояний системы. Так, переход из состояния  $A$  в состояние  $B$  означает процедуру формирования обновленного концепта-представления, обратный переход интерпретируется как восстановление состояния готовности к обработке нового чувственного образа. В этой трактовке указанные вероятности характеризуют как взаимодействие системы с внешним миром, так и собственную логику функционирования.

Под шагом марковской цепи будем понимать любое изменение в состоянии системы, которое может произойти в любое время, в том числе случайное. Однако в данной простейшей мо-

дели характеристики изменения состояний во времени не уточняются и считается, что изменения происходят в дискретные моменты, которые можно просто пронумеровать от нуля до текущего шага  $n$ .

Стохастическая матрица  $G$  одношаговых переходных вероятностей системы имеет в соответствии с введенными обозначениями вид

$$G = \begin{pmatrix} 1-a & a \\ b & 1-b \end{pmatrix} \quad (1.1)$$

В матрице первая строка и первый столбец соответствует состоянию  $A$ , вторая строка и второй столбец — состоянию  $B$ . Если  $a = b = 0$ , то оба состояния являются поглощающими, смена состояний не происходит, а если  $a = b = 1$ , то изменение состояний происходит детерминированным образом и если задано начальное состояние, то поведение системы будет неслучайным. В дальнейшем будем полагать, что вероятности  $a$  и  $b$  не равны нулю или единице одновременно.

Конечно, выбор вероятностей в матрице (1.1) должен производиться в результате содержательного анализа конкретного алгоритма функционирования системы. В общем виде можно только указать на ряд простейших ситуаций, а именно:

$1 - a = b = p$ . В этом случае система с одинаковой вероятностью остается в одном из состояний, независимо от внешних воздействий.

$a = 0$ . Состояние  $A$  является поглощающим и система не следует предписанному алгоритму, т.е. не реагирует на внешние воздействия.

$a = b$ . Система полностью симметрична и безразлично реагирует на внешние воздействия.

Таким образом, нетривиальные выводы о функционировании системы могут быть сделаны, когда одношаговые вероятности переходов не достигают предельных значений.

Для использования основных соотношений введем следующие обозначения:

$p_A(n)$  — вероятность найти систему в состоянии  $A$  через  $n$  шагов,

$p_B(n)$  — вероятность найти систему в состоянии  $B$  через  $n$  шагов,

$P(n) = (p_A(n) \ p_B(n))$  — вектор-строка вероятностей состояний системы через  $n$  шагов

$P(0) = (p_A(0) \ p_B(0))$  — вектор-строка начальных вероятностей состояний системы.

Очевидно, что

$$p_A(n) + p_B(n) = 1, \ n = 0, 1, \dots \quad (1.2)$$

Матрица вероятностей одношаговых переходов  $G$  и строка начальных вероятностей  $P(0)$  полностью определяют поведение системы. Теория марковских цепей такого вида хорошо разработана [18, 19, 20]. В частности, вероятности состояния системы через  $n$  шагов определяется матричным соотношением

$$P(n) = P(0)G^n, \quad (1.3)$$

где через  $G^n$  обозначена  $n$ -я степень стохастической матрицы  $G$ .

Элементы  $g_{ij}(n)$  ( $i, j=1,2$ ) матрицы  $G^n$  определяют переходные вероятности системы через  $n$  шагов, причем

$$g_{11} + g_{12} = 1 \quad (1.4)$$

$$g_{21} + g_{22} = 1 \quad (1.5)$$

$$g_{12}(n) = \frac{a}{a+b} \left[ 1 - (1-a-b)^n \right], \quad (1.6)$$

$$g_{21}(n) = \frac{b}{a+b} \left[ 1 - (1-a-b)^n \right], \quad (1.7)$$

$$g_{11}(n) = \frac{b}{a+b} + \frac{a}{a+b} (1-a-b)^n, \quad (1.8)$$

$$g_{22}(n) = \frac{a}{a+b} + \frac{b}{a+b} (1-a-b)^n, \quad (1.9)$$

Подставляя выражения элементов матрицы  $G^n$  в (1.3), получим для элементов строки  $P(n)$

$$p_A(n) = \frac{1}{a+b} \left[ b + \left[ (ap_A(0) - bp_B(0)) (1-a-b)^n \right] \right], \quad (1.10)$$

$$p_B(n) = \frac{1}{a+b} \left[ a + \left[ (bp_B(0) - ap_A(0)) (1-a-b)^n \right] \right], \quad (1.11)$$

Из соотношений (1.10) и (1.11) следует, что существует стационарное состояние при неограниченном увеличении числа шагов:

$$p_A(\infty) = p_A = \frac{b}{a+b} \quad (1.12)$$

$$p_B(\infty) = p_B = \frac{a}{a+b} = 1 - p_A \quad (1.13)$$

С учетом соотношений (1.2), (1.4) и (1.5) и трактовкой переходных вероятностей в дальнейшем будем интересоваться переходными вероятностями  $g_{12}(n)$  и  $g_{21}(n)$ , связанными с изменением состояний, а также одной из абсолютных вероятностей  $p_A(n)$  перехода системы через  $n$  шагов в состояние  $A$ .

$$\lambda = \left| 1 - \frac{kn p_B}{\sum_{i=1}^n g_{12}(i)} \right| = \left| 1 - \frac{np_B}{\sum_{i=1}^n g_{12}(i)} \right|$$

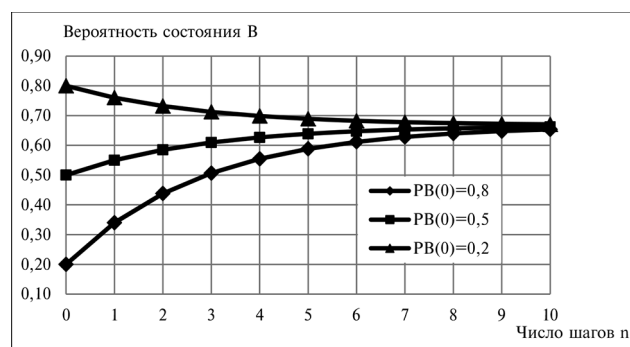


Рис. 1. Вероятности состояния  $B$  в зависимости от начальных условий

На рис. 1 представлен пример поведения вероятности состояния  $B$  системы в зависимости от числа шагов марковской цепи. Параметром является начальная вероятность пребывания системы в состоянии  $B$ . Из рисунка видно, что система практически достигает стационарного состояния (1.13) через 10 шагов. Необходимо отметить, что поведение указанной вероятности не всегда является монотонным.

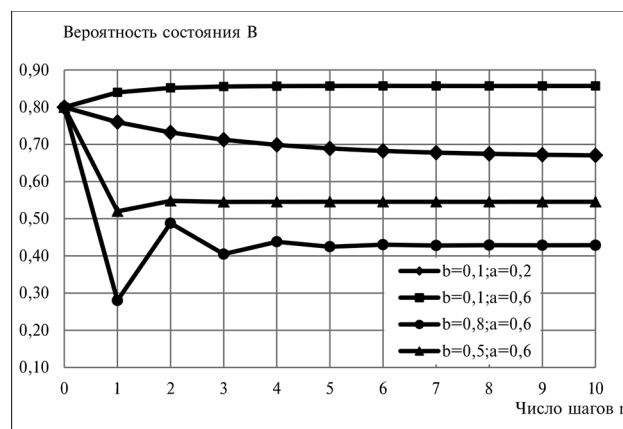


Рис. 2. Вероятность состояния  $B$  в зависимости от одношаговых вероятностей

На рис. 2 представлен пример типичного поведения вероятности состояния  $B$  в зависимости от числа шагов цепи, параметрами являются одношаговые вероятности изменения состояний  $a$  и  $b$  в стохастической матрице (1.1). И здесь наблюдается достаточно быстрое достижение соответствующих формуле (1.13) стационарных состояний.

## 2. Среднее число коррекций существенных признаков

Логика функционирования системы диктует необходимость оценки числа коррекций существенных признаков чувственного образа (обновлений концептов-представлений), реализуемых в системе (более конкретно – в модуле формирования концептов-представлений). В представленной модели такие коррекции реализуются в состоянии  $B$ , поэтому изучим статистические характеристики марковской цепи по отношению к этому состоянию, модифицируя метод, предложенный в [18].

Отождествим состояние  $A$  с нулем, а состояние  $B$  с единицей. Обозначим через  $K_{12}(n)$  число корректируемых признаков концепта-представления в том случае, если система находится в состоянии  $B$  на шаге номер  $n$  при начальном состоянии  $A$ . Для простоты будем считать, что числа  $K_{12}$  являются случайными величинами, независимыми от других случайных величин, рассматриваемых в данной задаче.

Очевидно, что сумма  $X_1 + X_2 + \dots + X_n$  представляет собой число раз, проведенных цепью

в состоянии  $B$  из общего числа  $n$ , а условная сумма  $[X_1 + X_2 + \dots + X_n]/A$  равна случайному числу переходов цепи из состояния  $A$  в состояние  $B$ . Случайное число  $S(n)$  скорректированных к шагу номер  $n$  признаков равно

$$S(n) = \{[X_1 K_{12}(1) + X_2 K_{12}(2) + \dots + X_n K_{12}(n)]/A\} \quad (2.1)$$

Вычислим математическое ожидание случайной величины  $S(n)$  (2.1) с учетом того, что математическое ожидание произведения независимых случайных величин равно произведению их математических ожиданий, математическое ожидание случайной величины, принимающей значения 0 или 1 совпадает с вероятностью  $P(X_n = 1)$ , а также что  $g_{12}(i) = P(X_i = 1|A)$ . Получим следующие соотношения:

$$\begin{aligned} M\{S(n)\} &= M\{X_1|A\}M\{K_{12}(1)|A\} + \dots + \\ &+ M\{X_n|A\}M\{K_{12}(n)|A\} = g_{12}(1)M\{K_{12}(1)|A\} + \\ &+ g_{12}(2)M\{K_{12}(2)|A\} + \dots + g_{12}(n)M\{K_{12}(n)|A\} = \\ &= g_{12}(1)\kappa_{12}(1) + g_{12}(2)\kappa_{12}(2) + \dots + \\ &+ g_{12}(n)\kappa_{12}(n), \end{aligned} \quad (2.2)$$

где через  $\kappa_{12}(i)$  обозначено математическое ожидание числа признаков, корректируемых на шаге номер  $i$ .

Соотношение (2.2) может быть использовано для определения среднего числа шагов, необходимых для коррекции первоначально воспринятого системой чувственного образа. Упрощение достигается, если положить, что все математические ожидания  $\kappa_{12}(i)$  не зависят от номера шага и одинаковы, т.е.

$$\kappa_{12}(i) = \kappa_{12} = \kappa \quad (2.3)$$

Тогда

$$S(n) = \sum_{i=1}^n k_{j2} g_{12}(i) = \kappa \sum_{i=1}^n g_{12}(i) \quad (2.4)$$

Легко заметить, что в соотношении (2.4) сумма представляет собой среднее число пребывания системы в состоянии  $B$ , а среднее число коррекций пропорционально этой величине. В связи с этим в данной ситуации удобно

изучать поведение среднее число пребывания системы в состоянии  $B$ , пример которого в зависимости от параметров и с учетом (1.6) представлено на рис. 3.

### 3. Асимптотическое поведение системы

Представляет интерес изучение среднего значения числа коррекций признаков системы при неограниченном увеличении числа шагов  $n$ . Формально это число в соответствии с (2.4) равно

$$S(\infty) = \sum_{i=1}^n k_{j2} g_{12}(i) = \kappa \sum_{i=1}^{\infty} g_{12}(i) \quad (3.1)$$

Ряд (3.1) расходится, поскольку в соответствии с (1.8) предел общего члена ряда не равен нулю, а именно  $\lim_{n \rightarrow \infty} g_{12}(n) = p_B$ .

В связи с этим для изучения асимптотического поведения суммы  $S(n) = \kappa \sum_{i=1}^n g_{12}(i)$  при неограниченном возрастании  $n$  разобьем ее на две части следующим образом. Определим такой номер шага  $L$ , при котором шаговая вероятность перехода  $g_{12}(L)$  становится приблизительно равной финальной вероятности и сформируем выражение

$$S(n) = \kappa \sum_{i=1}^L g_{12}(i) + \kappa \sum_{i=L+1}^n p_B = S(L) + \kappa p_B (n - L)$$

Поскольку при любом  $L$

$$\lim_{n \rightarrow \infty} \frac{S(n)}{\kappa n p_B} = \lim_{n \rightarrow \infty} \frac{S(L) + \kappa p_B (n - L)}{\kappa n p_B} = 1$$

то при неограниченном возрастании  $n$  все более точным становится равенство

$$S(n) = \kappa \sum_{i=1}^n g_{12}(i) = \kappa n p_B \quad (3.2)$$

Относительная погрешность такой замены равна

$$\lambda = \left| 1 - \frac{\kappa n p_B}{\kappa \sum_{i=1}^n g_{12}(i)} \right| = \left| 1 - \frac{n p_B}{\sum_{i=1}^n g_{12}(i)} \right| \quad (3.3)$$

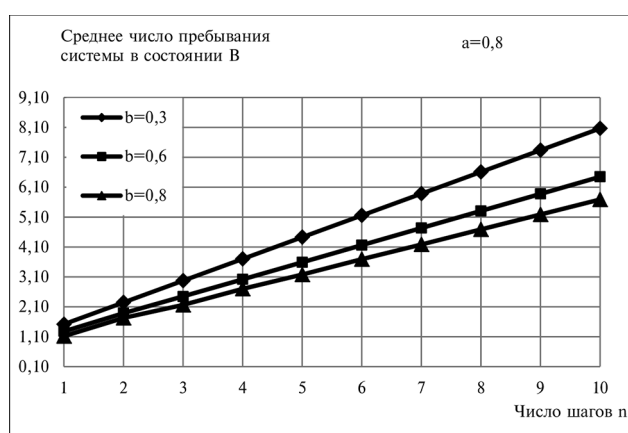


Рис. 3. Среднее число пребывания системы в состоянии  $B$

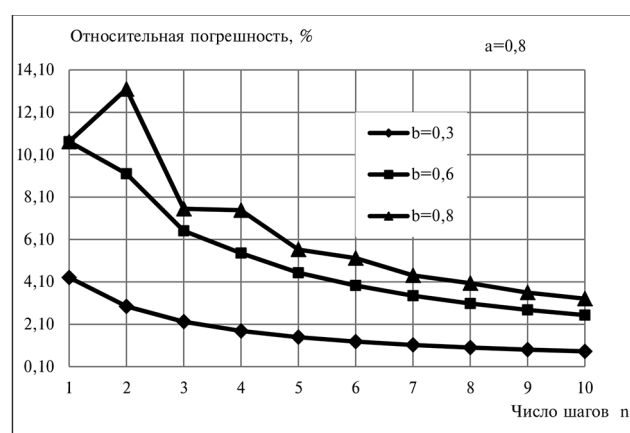


Рис. 4. Относительная погрешность

и стремится к нулю при неограниченном увеличении  $n$ .

Таким образом, если известно число признаков, подлежащих коррекции, то среднее число необходимых шагов определяется по формуле (3.2). Скорость сходимости суммы  $S(n)$  к выражению  $knp_B$  зависит от одношаговых вероятностей  $a$  и  $b$  в выражении (1.1).

Пример поведения относительной погрешности замены (3.2) представлен на рис. 4, из которого следует, что при числе шагов около десяти относительная погрешность составляет единицы процентов.

## Литература

1. Лапаева Л.Г., Быченков О.А., Рогаткин Д.А. Нейробиология, понятийные категории языка и элементарная модель мира робота // Пятнадцатая национальная конференция по искусственному интеллекту с международным участием КИИ 2016 (3–7 октября 2016 г., г. Смоленск, Россия): Труды конференции. Т. 2. Смоленск: Универсум, 2016. С. 292–300.
2. Чудова Н.В. Концептуальное описание картины мира в задачах моделирования поведения // Искусственный интеллект и принятие решений. 2012. № 2.
3. Рыбина Г.В., Паронджанов С.С. Технология построения динамических интеллектуальных систем: Учебное пособие. М.: НИЯУ МИФИ, 2011. 240 с.
4. Кузнецов О.П. Когнитивная семантика и искусственный интеллект // Искусственный интеллект и принятие решений. 2004. № 4. С. 32–42.
5. Трембач В.М., Когнитивный подход к созданию интеллектуальных модулей организационно-технических систем // Открытое образование. 2017. № 2. С. 78–87.
6. Рогаткин Д.А., Куликов Д.А., Ивлиева А.Л. Три взгляда на современные данные нейронаук в интересах интеллектуальной робототехники // Modeling of Artificial Intelligence. 2015. Vol. 6. Iss. 2.
7. Валькман Ю.Р. Когнитивная семиотика: гештальты и знаки, целостность и структура // Сборник трудов XV Международной конференции «Искусственный интеллект (КИИ-2016)», Россия, Смоленск, октябрь. 2016. Т. 2. С. 250–258.
8. Лакофф Д. Женщины, огонь и опасные вещи: Что категории языка говорят нам о мышлении. М.: 2004.
9. Трембач В.М. Интеллектуальная система с использованием концептов-представлений для решения задач целенаправленного поведения // Открытое образование. 2018. Т. 22. № 1. С. 28–37.
10. Трембач В.М. Решение задач управления в организационно-технических системах с ис-

## Заключение

В работе сформулирована достаточно общая модель случайного процесса формирования чувственных образов и их преобразования в концепты – представления. Ключевой задачей применения модели является анализ логики функционирования конкретной организационно-технической системы и определение на этой основе фигурирующих в модели параметров.

Дальнейшее развитие предложенного подхода может быть связано с определением влияния на состояния системы внешних по отношению к ней условий.

## References

1. Lapayeva L.G., Bychenkov O.A., Rogatkin D.A. Neyrobiologiya, ponyatiynnye kategorii yazyka i elementarnaya model' mira robota. Pyatnadsataya natsional'naya konferentsiya po iskusstvennomu intellektu s mezhdunarodnym uchastiyem KII 2016 (3–7 October 2016, Smolensk, Russia): Trudy konferentsii. Vol. 2. Smolensk: Universum, 2016. P. 292–300. (In Russ.)
2. Chudova N.V. Kontseptual'noye opisaniye kartiny mira v zadachakh modelirovaniya povedeniya. Iskustvennyy intellekt i prinyatiye resheniy. 2012. No. 2. (In Russ.)
3. Rybina G.V., Parondzhanov S.S. Tekhnologiya postroyeniya dinamicheskikh intellektual'nykh sistem: Uchebnoye posobiye. Moscow: NIYAU MIFI, 2011. 240 p. (In Russ.)
4. Kuznetsov O.P. Kognitivnaya semantika i iskustvennyy intellekt. Iskustvennyy intellekt i prinyatiye resheniy. 2004. No. 4. P. 32–42. (In Russ.)
5. Trembach V.M., Kognitivnyy podkhod k sozdaniyu intellektual'nykh moduley organizatsionno-tekhnicheskikh sistem. Otkrytoye obrazovaniye. 2017. No. 2. P. 78–87. (In Russ.)
6. Rogatkin D.A., Kulikov D.A., Ivliyeva A.L. Tri vzglyada na sovremennyye dannyye neyronauk v interesakh intellektual'noy robototekhniki. Modeling of Artificial Intelligence. 2015. Vol. 6. Iss. 2. (In Russ.)
7. Val'kman YU.R. Kognitivnaya semiotika: geshtal'ty i znaki, tselostnost' i struktura. Sbornik trudov XV Mezhdunarodnoy konferentsii «Iskustvennyy intellekt (KII-2016)», Russia, Smolensk, October 2016. Vol. 2. P. 250–258. (In Russ.)
8. Lakoff D. Zhenshchiny, ogon' i opasnyye veshchi: CHto kategorii yazyka govoryat nam o myshlenii. Moscow: 2004. (In Russ.)
9. Trembach V.M. Intellektual'naya sistema s ispol'zovaniyem kontseptov-predstavleniy dlya resheniya zadach tselenapravlennoy povedeniya. Otkrytoye obrazovaniye. 2018. Vol. 22. No. 1. P. 28–37. (In Russ.)
10. Trembach V.M. Resheniye zadach upravleniya v organizatsionno-tekhnicheskikh sistemakh s is-

пользованием эволюционирующих знаний: монография. М.: МЭСИ, 2010. 236 с.

11. Саттон Р.С. Барто Э.Г. Обучение с подкреплением. пер. с англ. М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2011. 399 с.

12. Гаврилова Т. А., Кудрявцев Д. В., Муромцев Д. И. Инженерия знаний. Модели и методы: Учебник. СПб.: Издательство «Лань», 2016. 324 с.

13. Рыбина Г.В. Основы построения интеллектуальных систем: учеб. пособие М.: Финансы и статистика. 2010. 432 с.

14. Трембач В.М. Многоагентная система для решения зада целенаправленного поведения. // Четырнадцатая национальная конференция по искусственному интеллекту с международным участием КИИ 2014 (24–27 сентября 2014 г., г. Казань, Россия): Труды конференции. Т. 1. Казань: Изд-во РИЦ «Школа», 2014. С. 344–353.

15. Тельнов Ю.Ф. Модель многоагентной системы реализации информационно-образовательного пространства // Четырнадцатая национальная конференция по искусственному интеллекту с международным участием КИИ-2014 (24–27 сентября 2014 г., г. Казань, Россия): Труды конференции. Т. 1. Казань: Изд-во РИЦ «Школа», 2014. С. 334–3435.

16. Rosch E. Cognitive representations of semantic categories. Journal of Experimental Psychology, 1975. 104. P. 192–233.

17. Lakoff J. Women, Fire, and Dangerous Things: What Categories Reveal About the Mind. Chicago. University of Chicago Press, 1987.

18. Тихонов В.И., Миронов М.А. Марковские процессы. М.: Советское радио, 1977. 488 с.

19. Тихонов. В.И., Кульман Н.К. Нелинейная фильтрация и квазикогерентный прием сигналов. М.: Советское радио, 1975. 704 с.

20. Кемени. Дж., Снелл Дж., Томпсон Дж. Введение в конечную математику. Пер. с англ. М.: Издательство иностранной литературы, 1963. 486 с.

pol'zovaniyem evolyutsioniruyushchikh znaniy: monografiya. Moscow: MESI, 2010. 236 p. (In Russ.)

11. Satton R.S. Barto E.G. Obucheniye s podkrepleniym. Tr. fr. Eng. Moscow: BINOM. Laboratoriya znaniy, 2011. 399 p. (In Russ.)

12. Gavrilova T. A., Kudryavtsev D. V., Muromtsev D. I. Inzheneriya znaniy. Modeli i metody: Uchebnik. Saint Petersburg: Izdatel'stvo «Lan'», 2016. 324 p. (In Russ.)

13. Rybina G.V. Osnovy postroyeniya intellektual'nykh sistem: ucheb. posobiye Moscow: Finansy i statistika. 2010. 432 p. (In Russ.)

14. Trembach V.M. Mnogoagentnaya sistema dlya resheniya zada tselenapavlenno go povedeniya.. CHetyrnadtsataya natsional'naya konferentsiya po iskusstvennomu intellektu s mezhdunarodnym uchastiyem KII 2014 (24–27 Sep. 2014, Kazan', Russia): Trudy konferentsii. Vol. 1. Kazan': Izd-vo RITS «SHkola», 2014. P. 344–353. (In Russ.)

15. Tel'nov YU.F. Model' mnogoagentnoy sistemy realizatsii informatsionno-obrazovatel'nogo prostranstva. CHetyrnadtsataya natsional'naya konferentsiya po iskusstvennomu intellektu s mezhdunarodnym uchastiyem KII-2014 (24–27 Sep. 2014, Kazan', Russia): Trudy konferentsii. Vol. 1. Kazan': Izd-vo RITS «SHkola», 2014. P. 334–3435. (In Russ.)

16. Rosch E. Cognitive representations of semantic categories. Journal of Experimental Psychology, 1975. 104. P. 192–233.

17. Lakoff J. Women, Fire, and Dangerous Things: What Categories Reveal About the Mind. Chicago. University of Chicago Press, 1987.

18. Tikhonov V.I., Mironov M.A. Markovskiye protsessy. Moscow: Sovetskoye radio, 1977. 488 p. (In Russ.)

19. Tikhonov. V.I., Kul'man N.K. Nelineynaya fil'tratsiya i kvazikogerentnyy priyem signalov. Moscow: Sovetskoye radio, 1975. 704 p. (In Russ.)

20. Kemeni. Dzh., Snell Dzh., Tompson Dzh. Vvedeniye v konechnuyu matematiku. Tr. fr. Eng. Moscow: Izdatel'stvo inostrannoy literatury, 1963. 486 p. (In Russ.)

#### Сведения об авторе

**Александр Александрович Солодов**

Д.т.н, профессор, профессор кафедры  
Прикладной математики и программирования  
Российский государственный университет  
им. А.Н. Косыгина, Москва, Россия  
Эл. почта: aasol@rambler.ru

#### Information about the author

**Aleksander A. Solodov**

Dr. Sci. (Engineering), Professor, Professor of the  
Department of applied mathematics and programming  
Kosygin Russian State University,  
Moscow, Russia  
E-mail: aasol@rambler.ru

# Использование информационной инфраструктуры цифровой экономики для повышения качества статистических данных

Официальная статистика является основным поставщиком данных о экономическом состоянии макроэкономического уровня, на основе статистических данных принимается большинство экономических решений государственного масштаба. Работа с данными для органов статистики является ключевым бизнес-процессом. Вместе с тем уровень качества статистических данных, поставляемых Росстатом, не всегда оказывается достаточно высоким. Наблюдаются корректировки статистических данных, выявляются несоответствие между наборами данных, описывающих одно и то же экономическое явление.

**Целью работы** является описание методов сбора и обработки статистической информации, которые будут способствовать повышению качества поставляемых данных.

С информационной точки зрения статистическое агентство занимается организацией информационного обмена между поставщиками данных и потребителями, выступает агрегатором данных. Для организации информационного обмена в рамках сообщества пользователей создается семантическое пространство, призванное обеспечить смысловое наполнение данных. Основную роль в создании семантического пространства играют идентификаторы объектов учета. **В качестве методов** сбора и обработки статистической информации и повышения ее качества в статье рассматриваются использование единых идентификаторов отдельных объектов статистического учета. В международной статистической практике применяются методы стандартизации оборота статистических данных. Информационные стандарты призваны унифицировать идентификаторы и пространство имен для участников оборота статистической информации, что позволяет обеспечить единое семантическое пространство. С применением единых идентификаторов становятся прозрачными процедуры обработки статистических данных, в том числе группировка по разным срезам, а также разложение агрегированных данных на составляющие.

**Результатами** работы являются рекомендации по использованию отдельных элементов информационной инфраструктуры для сбора и анализа статистических данных. В существующей информационной инфраструктуре цифровой экономики существует ряд источников данных, использование которых будет способствовать повышению качества сбора и обработки статистических данных. Для создания семантического пространства статистических данных в РФ наиболее актуальным разделом являются реестры базовых объектов. Использование реестров позволит организовать связывание статистических данных из разных предметных областей, а также реализовывать соединение агрегированных данных с микроданными. Существенный прогресс наблюдается в маркировке товаров, которая позволяет отслеживать движение по всем этапам жизненного цикла, а также местоположение объекта. Правительство РФ инициировало проект по маркировке товаров, и эта информация дает возможность получить полное представление о существенной части экономики. Дополнительным информационным источником статистических данных может выступать корпоративный сектор, активно использующий в своей деятельности системы прослеживания, которые выполняют мониторинг товара, транспортных средств, контейнеров, складского хозяйства.

**Заключение:** Существует несколько вариантов обеспечения семантического единообразия статистических данных. Мировой опыт ориентируется на использование веб архитектуры, предполагающей использование технологических идентификаторов. Семантику статистических данных возможно обеспечить путем использования созданного потенциала информационной инфраструктуры, что позволит решить ряд проблем статистического учета.

**Ключевые слова:** информационная модель, производители статистических данных, информационная инфраструктура, идентификатор, маркировка, базовые объекты, реестр

Yuriy P. Lipuntsov

Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russia

## Usage of the digital economy information infrastructure to improve the quality of statistical data

Statistics agencies are the main data provider on the economic position of the macroeconomic level. Most economic decisions on a national scale are based on statistical data. Data processing is a key business process for statistical agencies. At the same time, the quality of statistical data supplied by Rosstat is not always high enough. There are adjustments, a discrepancy between data sets describing the same economic phenomenon is revealed. The purpose of the work is to describe the methods of collecting and processing statistical information that will contribute to improving the quality of the presented data.

From the information point of view, the statistical agency is engaged in the organization of information exchange between data providers and consumers, acts as a data aggregator.

To organize the information exchange within community you need to create a semantic space to ensure the meaningful filling of the data. The main role in the semantic space is played by the identifiers of objects. The article considers the unified identifiers of statistical accounting objects as a method of collecting and processing statistical information and improving its quality. The international statistical practice use methods of standardizing the turnover of statistical

data. Information standards are designed to unify identifiers and namespace for participants of the statistical information turnover and to provide a single semantic space. If you use of unified identifiers, the procedures for processing statistical data become transparent, it allow you grouping by different sections, as well as decomposition of aggregated data into components.

**The results** of the work are recommendations on the use of Core component of the information infrastructure for the collection and analysis of statistical data. In the existing information infrastructure of the Russian digital economy, there are a number of data sources, the use of which will improve the quality of collection and processing of statistical data. To create a semantic space of statistical data in the Russian Federation, the most important section is the registers of Core Components. The use of registers will allow you to organize the binding of statistical data from different domains, as well as to implement the link of aggregated data with microdata. Significant progress is observed in the

marking of goods, which allows you to track object's movement through all stages of the life cycle, as well as the location. The government of the Russian Federation initiated a project on labeling of goods, and this information gives an opportunity to get a clear picture of a significant part of the economy. An additional information source of statistical data can be the corporate sector, where actively used tracking systems that monitor the goods, vehicles, containers, warehousing.

**Conclusion:** There are several options for creation of the semantic space for statistical data. World experience is guided by the use of the Web architecture, which involves the technological identifiers. Semantics of statistical data can be ensured by using the potential of the information infrastructure, which will solve a number of problems of statistical accounting.

**Keywords:** Information model, Statistical data producers, Information infrastructure, Identifier, Marking, Core Components, Register

## Введение

Официальная статистическая информация является основой для устойчивого развития как внутри государства, так и для международного сотрудничества. Статистические данные отражают различные сферы в экономической, демографической, социальной и экологической областях. При этом данные статистики должны обладать внутренней согласованностью, сопоставимы по разным регионам, по времени, что позволяет комбинировать данные и одновременно использовать связанные друг с другом данные из разных источников.

Обеспечению согласованности и эффективности статистических систем способствует использование стандартных концепций, классификаций и методов. Для облегчения правильной интерпретации данных статистические ведомства должны предоставлять информацию об источниках, методах и процедурах, а сбор статистических данных осуществляется на основе стандартных определений, единиц, классификаций используемых в различных обследованиях и источниках.

Однако, как указывают эксперты, данные Росстата имеют ряд серьезных изъянов, и их устранение могло бы повысить доверие к публикуемым

ведомством данным [1]. Много вопросов вызывает пересмотр данных. При этом не всегда выполняется одновременное внесение корректировок во все публикации, экспертам не доступна информация о порядке расчета показателей и понятное объяснение причин пересмотра данных.

Качество официальной статистики в значительной мере зависит от граждан, предприятий и других респондентов, которые предоставляют первичные данные. Представители Росстата указывают на низкое качество первичных данных, основные из которых — статистические формы, которые ежемесячно представляют предприятия. Предприятия могут существенно корректировать данные, при этом число корректировок в последнее время растет. В случае, если предприятие не предоставило вовремя отчетность, то сотрудники Росстата самостоятельно заполняют отсутствующие данные, делают собственные оценки, которые могут сильно отличаться от фактических данных.

Помимо этого у пользователей есть вопросы по формату представления данных. Росстат публикует новые данные в форме пресс-релизов, которые содержат основные показатели, но не по всем отраслям. При этом публикуемые файлы не подходят для машинной

обработки. Данные Росстата можно сделать более прозрачными, если разместить в открытом доступе используемые методики. Сейчас во многих случаях экспертам приходится самостоятельно прорабатывать возможные варианты расчета показателей.

Одним из вариантов повышения качества статистических данных министр экономики рассматривает информационные технологии, посредством которых можно добиться взаимосвязки системы статистического учета с другими крупными агрегаторами данных, такими как, например, Банк России и ФНС России. [2]

С развитием информационных технологий статистика становится элементом информационной инфраструктуры государства. С учетом этого официальные статистические данные, имеющие практическую значимость, должны подготавливаться и распространяться статистическими ведомствами на объективной основе, подкрепленной информационными методами и процедурами сбора, обработки, хранения и представления статистических данных [3]. Реализация принципа связанности и согласованности агрегированных данных выполняется на принципах информационного моделирования, отдельные из которых рассмотрим в статье.

## Информационные технологии в работе со статистическими данными

С информационной точки зрения национальные статистические агентства занимаются организацией информационного обмена между участниками организованных сообществ, выступает своеобразным узлом обмена данными (data hub), агрегатором данных. Работа с данными для статистических агентств является ключевым бизнес-процессом и поэтому этот сектор демонстрирует наибольший прогресс в этой области.

С точки зрения пользователя удобно, когда статистические данные из разных предметных областей представлены в сопоставимом, связанном виде. Для этого данные, получаемые из разных источников, должны проходить предварительную обработку на предмет сопоставимости, качества, полноты информации. Выработка методики подготовки связанных данных предполагает тесное сочетание знаний предметной области с применением базовых принципов из области семантических технологий, которые позволяют объединять данные и метаданные, предназначенные для обмена, и хранящиеся в различных форматах с использованием различных сред.

С учетом этого в работе со статистическими данными одним из ключевых моментов деятельности в области данных является стандартизация, «индустриализация производства стандартной статистической информации» [4].

Один из основных принципов, обеспечивающий качество данных — это согласованность, которая подразумевает, что данные описывают один и тот же объект, и поступающие из разных источников легко, а в идеале — автоматически, сопоставляются. Здесь возникает два направления, по которым необходимо организовать со-

поставимость: первое — сопоставить объекты, а второе — сопоставить характеристики, описывающие объект.

Сопоставимость статистических данных — это трудная задача, поскольку определенная часть данных статистических отчетов готовится вручную и не предполагает интерпретацию первичных данных. С появлением специальных статистических форматов данных, которые применяются при составлении статистической отчетности возрастает повторное использование данных. Однако в связи со сложностью использования этих форматов конечными пользователями возникает барьер, поскольку основная часть этих пользователей ориентирована на такие форматы, как Microsoft Excel или CSV. У пользователей есть навыки по работе с данными в этих форматах, для обработки таких данных можно найти инструменты и библиотеки на любом языке программирования. Обратная сторона таких широко распространенных форматов — ограниченность использования аннотаций и метаданных, которые позволяют правильно интерпретировать данные. Возникают сложности с обновлением таких данных. Более того, при использовании таких форматов данные и метаданные обычно отделены друг от друга. Результаты исследований показывают, что при работе с этими форматами 80% времени тратится на приведение данных из разных источников к пригодному для обработке виду и только 20% на саму обработку данных и выводы. Поэтому перспективным вариантом развития статистической информатики представляются форматы связанных данных.

Один из значимых проектов по разработке совокупности стандартов по обмену статистическими данными и метаданными является инициатива SDMX (Statistical Data and

Metadata eXchange) [5], которая призвана содействовать обмену статистическими данными и метаданными с использованием современных информационных технологий. Этот формат в 2005 году принят в качестве международного стандарта ISO: TS 17369 (SDMX) [6].

SDMX это логическая модель для описания статистических данных, которая содержит рекомендации по структурированию содержания и позволяет реализовать стандарт для автоматического взаимодействия между информационными системами.

Информационная модель SDMX включает широкий набор формальных объектов, которые описывают участников, процессы и ресурсы, участвующие в статистическом обмене и включает в себя два раздела: данные и метаданные.

При использовании SDMX формата, то есть в формате связанных данных, можно сохранять метаданные вместе с данными, что позволяет обеспечить машиночитабельность как данных, так и метаданных. Поэтому одна из задач модели выступать в качестве механизма гарантии точности связи между данными и метаданными, которые могут быть представлены в различных форматах.

Процесс статистического обмена моделируется шаг за шагом, фиксируется вся информация, в том числе о поставщиках данных и справочных метаданных. Это позволяет полноценно управлять информационным обменом.

Работоспособность технических стандартов, в сочетании с принципами, которые связаны с содержанием и семантикой обмена статистической информацией в рамках SDMX обеспечивается путем гармонизации контента. Для качественного информационного обмена между ведомствами необходимо, чтобы все участники обмена использовали единое описание как базовых информационных объектов,

так и информационных объектов предметных областей. В рамках SDMX ставится задача описания данных, посредством детального определения всех элементов описания, такие как списки кодов, концептуальные схемы и концепции, наборы данных и т.д. Посредством такого определения для пользователей SDMX системы создаются условия для однозначного толкования данных. С точки зрения архитектуры информационной системы идеология SDMX предполагает создание централизованного репозитория, в рамках которого определено пространство имен.

Расширением идеологии SDMX является использование веб-архитектуры для обнаружения наборов данных. В веб-архитектуре в качестве идентификаторов используется HTTP URI. В среде веб-статистическая информация может быть найдена путем назначения идентификаторов URI для всех экземпляров модели данных SDMX. На этих принципах создан Статистический словарь – The Statistical Core Vocabulary (SCOVO) (SCOVO) [7]. Это RDF словарь для представления статистических данных, который позволяет организовать обмен данными между производителями и потребителями. Помимо этого, его можно комбинировать с другими словарями RDF.

Это словарь изначально разработан в рамках Проекта RISEE ( RDFizing and Interlinking the EuroStat Data Set Effort) [8]. Он также использовался для представления статистических данных в формате наборов данных RDF в проектах правительства Великобритании [9].

#### **Возможности по повышению качества статистических данных**

Основная информационная задача, которую нужно решить в рамках организации

сбора статистических данных и представления ее пользователям можно определить как предоставление семантического пространства для участников информационного обмена. Семантика в информационном пространстве определяется двумя составляющими:

- идентификация объектов;
- пространство имен.

Идентификация объектов среди этих двух компонент является более важной составной частью.

В разделе обзора литературы было представлено как решается задача определения пространства имен в модели SDMX, определяющей списки кодов, концепции и прочие элементы семантики. В модели SCOVO проблемы семантики решались путем назначения глобальных идентификаторов всем объектам модели обмена статистическими данными: поставщикам данных, индикаторам, измерителям и т.д. Веб это международное информационное пространство и построение универсальной модели, используемой для всех случаев поставки и потребления статистических данных задача интересная, но не такая простая. Одно дело принять международные стандарты, которые определяют рамочную модель для организации информационного обмена, другое дело реализация такой модели в виде логической и физической модели, где должны быть учтены все нюансы учетной политики статистических агентств отдельной страны с ее множеством особенностей.

Поэтому попробуем сформулировать принципы, на которых может быть основан сбор статистических данных с учетом имеющихся в информационной инфраструктуре элементов. Основу семантики задают идентификаторы объектов, задействованных в информационном обмене. Идентификаторы объектов создаются в регистрах, разра-

ботанных, как правило, для отдельных объектов. Обычно это государственные системы, в которых отслеживается актуальное состояние отдельных объектов: физических лиц, юридических лиц, объектов недвижимости и т.д. Все операции протекающие с этими объектами, должны получать информацию об объекте из этого источника. Регистр предоставляет актуальную информацию об объекте, в том числе его идентификатор.

Пространство имен (Name Spaces) в случае статистического обмена позволяет участникам информационного обмена согласовывать правила описания отдельных элементов. С использованием пространства имен участники информационного обмена могут получать информацию от других участников, выполнять преобразования этих данных, а также публиковать данные с результатами своей деятельности для внешних потребителей данных.

Таким образом пространство имен предоставляет возможность описать данные на понятном для всех участников информационного пространства формате.

#### **3.1. Роль идентификаторов в информационном обмене**

Создание информационной инфраструктуры обмена данными, включающей большое количество организаций и систем, предполагает однозначное понимание передаваемой информации всеми участниками обмена. Ключевым элементом в этом случае выступают идентификаторы. Эмитентами идентификаторов, используемых для разных категорий объектов, может выступать один центр или совокупность центров кодификации. Идентификаторы, назначенные в одном центре, могут встречаться и повторно использоваться в другом месте, если не предусмотреть систему консультаций между эмитентами

идентификаторов. Необходима гарантия того, что результаты деятельности одного эмитента кодов будут известны другим участникам. Взаимодействие между многими системами требует разработки идентификаторов, позволяющих использовать их в сервисах за пределами прямого управления [10].

Обеспечение надежной и устойчивой инфраструктуры информационного обмена предполагает, что идентификатор обладает следующими характеристиками:

- Устойчивость: идентификатор должен быть неизменным и постоянным и не подлежит изменению ни при каких обстоятельствах.

- Расширяемость: идентификаторы, которые будут использоваться в информационном обороте потребители и производители данных, могут быть выпущены разными органами, поддерживаться различными декларациями метаданных. Все идентификаторы в рамках единой информационной среды объединяются на основе согласованной модели данных [11].

Методология использования идентификаторов отдельных предметных областей для организации межведомственного информационного оборота на примере финансовой сферы рассмотрены в работе [12].

Наряду с независимыми от языка, уникальными, постоянными и расширяемыми идентификаторами для организации статистического обмена нужны дополнительные данные, которые могут быть использованы для обозначения концепций и предоставления информации о концепциях, т.е. метаданные, стандартизированные в SDMX.

### 3.2. Идентификаторы как часть информационной инфраструктуры цифровой экономики

Производителями первичных данных, поставщиками данных для органов статистики

являются граждане, предприятия, государственные органы и прочие организации. Для организации сбора информации критичным является наличие полного перечня объектов статистического учета, будь то полный список предприятий отрасли, транспортных средств, товаров и прочих объектов. В реальной экономике происходит постоянные изменения, например с объектами «Юридическое лицо» происходят слияния, поглощения, ликвидация, ребрендинг и прочие операции, смысл которых должен проинтерпретировать специалист предметной области. Это не входит в задачи статистического учета, но от правильной интерпретации зависит качество статистической информации. Поставщиками актуальной информации в условиях создающейся инфраструктуры цифровой экономики являются реестры, которые в данном случае выступают агрегатором актуальных данных относительно отдельного объекта учета.

Федеральная налоговая служба (ФНС) ведет реестр юридических лиц, реестр объектов недвижимости ведется Федеральной кадастровой палатой. ФНС в скором времени запустит единый государственный реестр актов гражданского состояния, который станет основой для создания единого Реестра населения.

Критическими для поставки статистических данных элементами информационной инфраструктуры, являются регистры не только универсальных объектов, таких как юридические и физические лица, объекты недвижимости, а также регистры предметных областей — транспортные средства, объекты образовательной, медицинской деятельности, объекты железнодорожной, энергетической, коммуникационной инфраструктуры и т.д. [13]

Статистические данные как правило имеют территориаль-

ную привязку, которая должна иметь единый формат описания местоположения объектов, одним из вариантов которой может выступать единая адресная система ФИАС, а в перспективе можно рассматривать вариант с использованием данных навигационной системы, которая используется для осуществления хозяйственных транзакций. Это позволит перейти от позиционирования крупных компаний по месту юридического адреса к местам дислокации добычи, производства, переработки, распределения, что также скажется на качестве статистических данных. Включение навигационной спутниковой системы «ГЛОНАСС» в информационную инфраструктуру цифровой экономики для обеспечения единого описания местоположения в пространстве, а также использования единого времени, формируемое по сигналам ГНСС, способно повысить качество информационного обеспечения в разных секторах экономики.

Использование единых идентификаторов, стандартного формата времени и места позволят повысить сопоставимость данных поступающих из разных источников, что скажется на качестве агрегированных, в том числе статистических данных.

Помимо регистров, осуществляющих учет объектов, дополнительным источником первичных данных из информационной инфраструктуры цифровой экономики можно рассматривать операторов цифровой маркировки товаров. Использование бар-кодов при розничной покупке товаров в магазине является привычным явлением. Посредством такой маркировки розничные продавцы автоматизируют процесс определения цены и прочих атрибутов товаров. Расширение идеологии маркировки на отдельные группы товаров, присваивание им уникальных

кодов позволит решить многие задачи регулирования оборота отдельных групп товаров, в том числе и повысить качество статистической информации по этим группам.

Правительство России утвердило перечень из десяти групп товаров, подлежащих обязательной маркировке<sup>1</sup>. В список попали табачная продукция, шины и покрышки, обувные товары, белье и прочие товары. Сейчас в России маркируются меховые изделия и действует пилотный проект маркировки лекарств, драгоценных металлов и камней.

На настоящий момент маркировкой отдельных товарных групп занимаются разные ведомства: шуб — Федеральная налоговая служба, лекарств — Росздравнадзор. До 2024 года все вопросы маркировки по широкому спектру номенклатуры должны перейти к единому оператору. В настоящий момент утвержден единый оператор маркировки, который «готов включиться в работу с любыми товарными группами» [14], и взаимодействует с молочным рынком, производителями пива и минеральной воды, парфюмерии и шин.

Система маркировки позволяет отслеживать состояние объекта в цепочках поставок и всех событиях, происходящих на отдельных этапах жизненного цикла объекта, в том числе:

- происхождению материалов и деталей;
- истории обработки;
- распределению и расположению продукта или услуги после доставки.

В корпоративном секторе для решения вопросов управления деятельностью нашла широкое применение идеология Прослеживаемость. Под прослеживаемостью понимают возможность отслеживать

историю, приложение или местоположение объекта [15]. При рассмотрении продукта или услуги отслеживание может относиться к:

- Переработка сырья, ингредиентов, получение промежуточных продуктов, компонентов и изготовление конечного продукта;
- Агрегирование и дезагрегация продуктов и связь с активами (например, возвращаемые активы).
- Транспортировка и распределение, включая трансграничную торговлю.
- Обслуживание, ремонт и капитальный ремонт в течение нескольких циклов использования продукта.
- Потребление продуктов, включая выдачу.
- Уничтожение продукта и утилизация материалов.

Прослеживаемый объект представляет собой физический или цифровой объект, для которого необходимо получить информацию об истории, использовании или местоположении. В рамках одного процесса отслеживаемый объект может проходить трансформация объекта, один объект может преобразовываться в другой. Система отслеживания ориентирована на то, чтобы учитывать все особенности производственных и других особенностей предметной области и корректно отражать все возможные нюансы.

Примеры прослеживаемых объектов логистики включают в себя продукты (например, товары народного потребления, лекарства, электронные устройства), логистические единицы (например, товары на полетах, посылки) и активы (например, грузовые автомобили, суда, поезда, вилочные подъемники).

Реализацией идеологии прослеживаемости на практике занимается Ассоциация автоматической идентификации GS1<sup>2</sup>, независимая не-

коммерческая организация по созданию и внедрению стандартов.

Органам статистики возможно следует организовать взаимодействие с ассоциацией и получать от них данные для поведения оценок, которые могут быть хорошим дополнением для регламентной отчетности, предоставляемой предприятиями на регулярной основе.

### 3.3. Использование идентификаторов в отдельных статистических предметных областях

Разделы информационной инфраструктуры цифровой экономики, которые можно использовать при сборе статистических данных представлены в таблице 1.

В разделе «Статистические предметные области» модели SDMX представлен список предметных областей статистической информации, используемый для организации статистического обмена и категоризации. Этот список можно использовать в качестве схемы для описания категорий для различных контрагентов, поставляющих данные и метаданные. Отдельными поставщиками данных могут выступать разделы информационной инфраструктуры, представленные в таблице 1. Используя список предметных областей организаторы отдельного направления могут включать в стандартные структуры данных, определения, понятия элементы инфраструктуры.

Список предметных областей разделен на три направления: демография и социальная статистика, экономика и окружающая среда и межотраслевая статистика. Дополним этот список разделами информационной инфраструктуры, который может быть использован для расчета показателей.

<sup>1</sup> Распоряжение Правительства РФ от 28 апреля 2018 г. № 792-р <http://static.government.ru/media/files/Srq8pmDMRTAVFxN8aWnpOmCVxGm9gZil.pdf>

<sup>2</sup> [www.gs1ru.org/](http://www.gs1ru.org/)

Таблица 1

## Разделы информационной инфраструктуры и их содержание

| Раздел инфраструктуры             | Содержание                                                                                                                                                                                                                                              |
|-----------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Универсальные реестры (УР)        | Базовые объекты, представленные во всех сферах деятельности: юридические лица, физические лица, объекты недвижимости, местоположение                                                                                                                    |
| Реестры предметных областей (РПО) | Базовые объекты отдельных сфер деятельности, пример: транспортные средства, объекты железнодорожной, энергетической, коммуникационной инфраструктуры, объекты образовательной, медицинской деятельности и т.д.                                          |
| Маркировка товаров (МТ)           | Табачная продукция, духи и туалетная вода, шины и покрышки, обувные товары, белье, фотокамеры, фотовспышки, отдельные предметы одежды, меховые изделия, лекарства, драгоценные металлы и камни                                                          |
| Автоматическая идентификация (АИ) | Категории стандарта GS1: Продукты (например, товары народного потребления, лекарства, электронные устройства), логистические единицы (например, товары на полетах, посылки) и активы (например, грузовые автомобили, суда, поезда, вилочные подъемники) |

Использование идеологии идентификаторов будет способствовать повышению качества статистических данных как на этапе сбора, так и на этапе их анализа.

### 3.4. Связь агрегированных данных с микро-данными

В работе [16] приведено деление пользователей статистики на три категории: туристы, фермеры и шахтеры.

Туристы являются широкой публикой и заинтересованы в агрегированной информации по отдельной предметной области.

Фермеры являются экспертами предметной области, которые интересуются широким спектром статистических данных, как правило, на уровне совокупности. Их интересует временной срез, региональный.

Шахтеры являются статистиками, исследователями и аналитиками, которые глубоко погружаются в определенную предметную область на уровне микроданных.

У каждого другого пользователя есть предпочтения в отношении того, как представлены статистические данные и фактические данные.

Туристам нравится, таблицы, графики, истории и визу-

Таблица 2

## Список предметных областей и разделы информационной инфраструктуры для расчета индикаторов

| Демографическая и социальная статистика | Раздел ИИ | Экономическая статистика                                                                  | Раздел ИИ       | Окружающая среда и Многоотраслевая статистика               | Раздел ИИ       |
|-----------------------------------------|-----------|-------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|-------------------------------------------------------------|-----------------|
| 1.1. Население и миграция               | УР        | 2.1. Макроэкономическая статистика                                                        | УР, РПО, МТ, АИ | 3.1. Окружающая среда                                       | УР, РПО, АИ     |
| 1.2. Труд                               | УР        | 2.2. Экономические счета                                                                  | УР, РПО, МТ, АИ | 3.2. Региональная статистика и статистика малых районов     | УР, РПО, АИ     |
| 1.3. Образование                        | РПО       | 2.3. Бизнес-статистика                                                                    | УР, РПО, МТ, АИ | 3.3. Многоотраслевая статистика и показатели                | УР, РПО, МТ, АИ |
| 1.4. Здоровье                           | РПО       | 2.4. Отраслевая статистика                                                                | УР, РПО, МТ, АИ | 3.3.1. Условия жизни, бедность и прочие социальные вопросы  | УР, РПО, АИ     |
| 1.5. Доходы и потребление               | УР, РПО   | 2.4.1. Сельское хозяйство, лесное хозяйство, рыболовство                                  | УР, РПО, МТ, АИ | 3.3.2. Специфичные группы населения                         | УР, РПО         |
| 1.6. Социальная защита                  | РПО       | 2.4.2. Энергия                                                                            | УР, РПО, МТ, АИ | 3.3.3. Информационное общество                              | УР, РПО, МТ, АИ |
| 1.7. Жилье                              | УР        | 2.4.3. Добыча, производство, строительство                                                | УР, РПО, МТ, АИ | 3.3.4. Глобализация                                         | УР, РПО, МТ, АИ |
| 1.8. Правосудие и преступность          | РПО       | 2.4.4. Транспорт                                                                          | УР, РПО, АИ     | 3.3.5. Индикаторы, относящиеся к Целям развития тысячелетия |                 |
| 1.9. Культура                           | РПО       | 2.4.5. Туризм                                                                             | УР, РПО, АИ     | 3.3.6. Устойчивое развитие                                  | УР, РПО         |
| 1.10. Политические и прочие сообщества  | РПО       | 2.4.6. Банковская, страховая, финансовая статистика                                       | УР, РПО         | 3.3.7. Предпринимательство                                  | УР, РПО, МТ, АИ |
| 1.11. Времяпровождение                  | РПО       | 2.5. Государственные финансы, фискальная статистика и статистика государственного сектора | УР, РПО         | 3.4. Ежегодники и другие сборники                           | УР, РПО, МТ, АИ |
|                                         |           | 2.6. Международная торговля и платежный баланс                                            | УР, РПО, МТ, АИ |                                                             |                 |
|                                         |           | 2.7. Цены                                                                                 | УР, РПО, МТ, АИ |                                                             |                 |
|                                         |           | 2.8. Затраты на оплату труда                                                              | УР, РПО, МТ, АИ |                                                             |                 |
|                                         |           | 2.9. Наука, технологии и инновации                                                        | УР, РПО         |                                                             |                 |

ализации на бумаге и в Интернете, которые помогают им понять данные, такие как привлекательные презентации демографических тенденций.

Фермеры предпочитают наборы данных, совокупность совокупных данных с течением времени, которые хорошо классифицированы, отформатированы и доступны для компьютерных процессов обработки данных, например в форме базы данных.

Шахтеры предпочитают иметь дело с первичными, необработанными данными и просматривать данные в формате, который позволяет выполнять разнообразный анализ, например анонимные микроданные переписи.

Наиболее сложный с информационной точки зрения вопрос с последней категорией пользователей, которые для проведения своих исследований претендуют на доступ к микроданным.

Преобразующую роль в организации работы с данными на таком уровне играют идентификаторы. В частности, идентификаторы поставщиков данных, которые позволяют просматривать микроданные. В этом случае вопрос с корректировками на агрегированном уровне может быть рассмотрен на уровне отдельных поставщиков данных и снимется вопрос о причинах таких корректировок.

Помимо использования идентификаторов необходимо документировать метаданные согласно стандартизованным системам метаданных, пользователи должны получать информацию по методологии статистических процессов, в том числе об использовании административных данных.

В настоящее время Росстат не может использовать данные ФНС России в той же степени, как это осуществляется в других странах ОЭСР. «Это связано с отказом ФНС России предоставлять пообъектные данные о

результатах деятельности налогоплательщиков, что не позволяет формировать статистические показатели в соответствии с требованиями ОЭСР.

Ряд министерств и ведомств, располагающих информационными ресурсами, необходимыми для построения национальных счетов, а также баланса активов и пассивов отказываются от ее представления в Росстат, ссылаясь на обеспечение конфиденциальности или отсутствие поручений Правительства Российской Федерации.» [17]

В целях повышения качества официальной статистической информации, снижения нагрузки на респондентов, экономии бюджетных средств требуется радикальное расширение доступа органов государственной статистики к пообъектным и сводным данным, имеющимся, прежде всего, в ФНС России, Пенсионном фонде Российской Федерации, Фонде социального страхования Российской Федерации.

### 3.5. Предложения по отчётности

Важным элементом предложенной системы оценки эффективности является наполненность и представленность информационной базы. С учетом этого целесообразно рассмотреть инициативу по созданию форм статистической отчетности, которая бы включала отчет субъектов хозяйственной деятельности об использовании государственной информационной инфраструктуры для организации информационного оборота как в регламентированной деятельности, такой как предоставление отчета в регулирующие органы государственной власти, так и использование информационных ресурсов и стандартов для организации взаимодействия в процессе хозяйственной деятельности: информационный обмен с поставщиками, подрядчиками,

клиентами, кадровыми агентствами, и прочими участниками. Список предметных областей модели SDMX, приведенных в таблице 2 содержит раздел 3.3.3 Информационное общество, в который могут быть включены эти формы отчетности.

С одной стороны это будет повышать качество статистических данных, с другой — способствовать росту информационной зрелости предприятий.

### Заключение

В статье показаны тенденции в области информационного моделирования, предполагающие активное использование внешних данных. Современное предприятие независимо от сферы деятельности предполагает активное информационное взаимодействие системных компонент, их интеграцию. Для управления такой организацией необходимы данные из различных предметных областей, ее информационные системы ориентированы на взаимодействие с другими системами, а информационная модель включает несколько источников данных и публикует данные в формате понятном для окружающих пользователей.

С технологической точки зрения наиболее перспективная форма информационного обмена между многими участниками — стандартизация состава данных, подлежащих обмену. Для создания информационной инфраструктуры цифровой экономики многообразий сфер и направлений, для которых необходимо стандартизировать информационный оборот можно классифицировать по направлениям деятельности организации и разработать шаблоны данных для этих направлений.

С управленческой точки зрения информационная инфраструктура предоставляет возможность получить каче-

ственный информационный обмен между участниками различных сфер экономической деятельности. Получение качественной информации

ной поддержки способно существенно повысить качество управленческих решений как на оперативном, так и на стратегическом уровне. В статье

показаны основные элементы информационной инфраструктуры, которые необходимы для функционирования цифровой экономики.

## Литература

1. Салихов М. В заложниках у статистической погрешности: почему сложно верить Росстату 27.06.2018. URL: <https://www.rbc.ru/opinions/economics/27/06/2018/5b3201229a794725025a6958>. (Дата обращения: 07.07.2018).
2. ТАСС. «МЭР: Росстат должен повысить качество статистики и уровень доверия к ней» 04.04.2017. URL: <http://tass.ru/ekonomika/4153390>. (Дата обращения: 18.05.2018).
3. UNSD. «Official Statistics: Principles and Practices» 18.02.2017. URL: <https://unstats.un.org/unsd/methods/statorg/FP-Russian.pdf>. (Дата обращения: 19.04.2018).
4. M. Pellegrino. «Maintaining the quality of EU statistics while enabling re-use» в SEMIC, Dublin, 2013.
5. Statistical Working Group. «Statistical Data and Metadata Exchange» URL: <http://sdmx.org/>. (Дата обращения: 23 3 2015).
6. ISO/TC 154, «ISO/TS 17369:2005 Statistical data and metadata exchange (SDMX)» 10 10 2005. URL: <https://www.iso.org/standard/40555.html>. (Дата обращения: 16 05 2018).
7. M. Hausenblas, W. Halb, Y. Raimond, L. Feigenbaum, D. Ayers «SCOVO: Using Statistics on the Web of Data» в Proceedings of ESWC 2009 — 6th European Semantic Web Conference, Heraklion, 2009.
8. M. Hausenblas, W. Halb и Y. Raimond, «Scripting User Contributed Interlinking» в 4th Workshop on Scripting for the Semantic Web (SFSW08). Tenerife, 2008.
9. K. Alexander, R. Cyganiak, M. Hausenblas и J. Zhao, «Describing Linked Datasets» в Proceedings of the Linked Data on the Web Workshop (LDOW2009), Madrid, 2009.
10. W. Arms, Digital Libraries. Retrieved 04.04.2017. Boston: M.I.T. Press., 2000.
11. N. Paskin Naming and meaning of Digital Objects // Proceedings of the 2nd International Conference on Automated Production of Cross Media, 2006.
12. Y. Lipuntsov, R. Beatch, I. Collier. Financial Markets Data Collection Using the Information Model of Interagency Cooperation and the International System of Codification of Financial Instruments // Communications in Computer and Information Science. 2017. т. 745.
13. Y. Lipuntsov. An Information model of Interagency Communication Based on Distributed Data Storage» в International Conference on

## References

1. Salikhov M. V zalozhnikakh u statisticheskoy pogreshnosti: pochemu slozhno verit' Rossstatu 27.06.2018. URL: <https://www.rbc.ru/opinions/economics/27/06/2018/5b3201229a794725025a6958>. (Accessed:07.07.2018). (In Russ.)
2. TASS. «MER: Rosstat dolzhen povysit' kachestvo statistiki i uroven' doveriya k ney» 04.04.2017. URL: <http://tass.ru/ekonomika/4153390>. (Accessed:18.05.2018). (In Russ.)
3. UNSD. «Official Statistics: Principles and Practices» 18.02.2017. URL: <https://unstats.un.org/unsd/methods/statorg/FP-Russian.pdf>. (Accessed: 19.04.2018).
4. M. Pellegrino. Maintaining the quality of EU statistics while enabling re-use. SEMIC, Dublin, 2013.
5. Statistical Working Group. «Statistical Data and Metadata Exchange» URL: <http://sdmx.org/>. (Accessed: 23.03.2015).
6. ISO/TC 154, «ISO/TS 17369:2005 Statistical data and metadata exchange (SDMX)» 10 10 2005. URL: <https://www.iso.org/standard/40555.html>. (Accessed: 16 05 2018).
7. M. Hausenblas, W. Halb, Y. Raimond, L. Feigenbaum, D. Ayers «SCOVO: Using Statistics on the Web of Data». Proceedings of ESWC 2009 — 6th European Semantic Web Conference, Heraklion, 2009.
8. M. Hausenblas, W. Halb и Y. Raimond, «Scripting User Contributed Interlinking». 4th Workshop on Scripting for the Semantic Web (SFSW08). Tenerife, 2008.
9. K. Alexander, R. Cyganiak, M. Hausenblas и J. Zhao, «Describing Linked Datasets» в Proceedings of the Linked Data on the Web Workshop (LDOW2009), Madrid, 2009.
10. W. Arms, Digital Libraries. Retrieved 04.04.2017. Boston: M.I.T. Press., 2000.
11. N. Paskin Naming and meaning of Digital Objects // Proceedings of the 2nd International Conference on Automated Production of Cross Media, 2006.
12. Y. Lipuntsov, R. Beatch, I. Collier. Financial Markets Data Collection Using the Information Model of Interagency Cooperation and the International System of Codification of Financial Instruments // Communications in Computer and Information Science. 2017. Vol. 745.
13. Y. Lipuntsov. An Information model of Interagency Communication Based on Distributed Data Storage» в International Conference on Elec-

Electronic Governance and Open Society: Challenges in Eurasia (EGOSE '16), New York, 2016.

14. РБК. Назван единый оператор по электронной маркировке товаров» 12.07.2018. URL: <https://www.rbc.ru/rbcfreenews/5b45ee149a79474230d4c946?from=newsfeed>. (Дата обращения: 08.08.2018).

15. GS1. «GS1 General Specifications» URL: [https://www.gs1.org/docs/barcodes/GS1\\_General\\_Specifications.pdf](https://www.gs1.org/docs/barcodes/GS1_General_Specifications.pdf).

16. R. Cyganiak, M. Hausenblas, E. McCuirc. Official Statistics and the Practice of Data Fidelity. New York: Linking Government Data, 2011.

17. Росстат. «О некоторых дополнительных мерах по реализации государственной политики в сфере государственной статистической деятельности в связи с вступлением Российской Федерации в ОЭСР» 2017. URL: [www.gks.ru/free\\_doc/new\\_site/rosstat/os/docl2\\_5.doc](http://www.gks.ru/free_doc/new_site/rosstat/os/docl2_5.doc). (Дата обращения: 03.05.2018).

18. UK Cabinet Office «e-Government Metadata Standard» 28.08.2006. URL: [www.nationalarchives.gov.uk/documents/information-management/egms-metadata-standard.pdf](http://www.nationalarchives.gov.uk/documents/information-management/egms-metadata-standard.pdf).

19. EuroStat. Кодекс норм европейской статистики URL: <http://ec.europa.eu/eurostat/quality>.

20. R. Cyganiak, S. Field, A. Gregory и J. Tennison. Semantic Statistics: Bringing Together SDMX and SCOVO» в Richard Cyganiak Simon Field Simon Field Arofan Gregory Jeni Tennison, Semantic SProceedings of the WWW2010 Workshop on Linked Data on the Web, LDOW 2010, Raleigh, 2010.

Electronic Governance and Open Society: Challenges in Eurasia (EGOSE '16), New York, 2016.

14. RBK. Nazvan edinyy operator po elektronnoy markirovke tovarov 12.07.2018. URL: <https://www.rbc.ru/rbcfreenews/5b45ee149a79474230d4c946?from=newsfeed>. (Accessed: 08.08.2018). (In Russ.)

15. GS1. «GS1 General Specifications» URL: [https://www.gs1.org/docs/barcodes/GS1\\_General\\_Specifications.pdf](https://www.gs1.org/docs/barcodes/GS1_General_Specifications.pdf).

16. R. Cyganiak, M. Hausenblas, E. McCuirc. Official Statistics and the Practice of Data Fidelity. New York: Linking Government Data, 2011.

17. Rosstat. «O nekotorykh dopolnitel'nykh merakh po realizatsii gosudarstvennoy politiki v sfere gosudarstvennoy statisticheskoy deyatel'nosti v svyazi s vstupleniyem Rossiyskoy Federatsii v OESR» 2017. URL: [www.gks.ru/free\\_doc/new\\_site/rosstat/os/docl2\\_5.doc](http://www.gks.ru/free_doc/new_site/rosstat/os/docl2_5.doc). (Accessed: 03.05.2018). (In Russ.)

18. UK Cabinet Office «e-Government Metadata Standard» 28.08.2006. URL: [www.nationalarchives.gov.uk/documents/information-management/egms-metadata-standard.pdf](http://www.nationalarchives.gov.uk/documents/information-management/egms-metadata-standard.pdf).

19. EuroStat. Kodeks norm evropeyskoy statistiki URL: <http://ec.europa.eu/eurostat/quality>.

20. R. Cyganiak, S. Field, A. Gregory и J. Tennison. Semantic Statistics: Bringing Together SDMX and SCOVO» в Richard Cyganiak Simon Field Simon Field Arofan Gregory Jeni Tennison, Semantic SProceedings of the WWW2010 Workshop on Linked Data on the Web, LDOW 2010, Raleigh, 2010. (In Russ.)

#### Сведения об авторе

**Юрий Павлович Липунцов**

К.э.н., доцент, доцент Кафедры экономической информатики

Московский государственный университет

имени М.В. Ломоносова,

Москва, Россия

Эл. почта: [lipuntsov@econ.msu.ru](mailto:lipuntsov@econ.msu.ru)

#### Information about the author

**Yuriy P. Lipuntsov**

Cand. Sci. (Economics), Associate Professor, Associate Professor of the Department of Economic

Informatics

Lomonosov Moscow State University,

Moscow, Russia

E-mail: [lipuntsov@econ.msu.ru](mailto:lipuntsov@econ.msu.ru)