

ISSN 1997-1370 (Print)
ISSN 2313-6014 (Online)

**Журнал Сибирского
федерального университета
Гуманитарные науки**

**Journal of Siberian
Federal University**

Humanities & Social Sciences

2021 14 (7)

ISSN 1997-1370 (Print)
ISSN 2313-6014 (Online)

2021 14(7)

Издание индексируется Scopus (Elsevier), Российским индексом научного цитирования (НЭБ), представлено в международных и российских информационных базах: Ulrich's periodicals directory, EBSCO (США), Google Scholar, Index Copernicus, Erihplus, КиберЛенинке.

Включено в список Высшей аттестационной комиссии «Рецензируемые научные издания, входящие в международные реферативные базы данных и системы цитирования».

Все статьи находятся в открытом доступе (open access).

ЖУРНАЛ СИБИРСКОГО ФЕДЕРАЛЬНОГО УНИВЕРСИТЕТА Гуманитарные науки

JOURNAL OF SIBERIAN FEDERAL UNIVERSITY Humanities & Social Sciences

Журнал Сибирского федерального университета. Гуманитарные науки.
Journal of Siberian Federal University. Humanities & Social Sciences.

Учредитель: Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Сибирский федеральный университет» (СФУ)

Главный редактор Н.П. Копцева. Редактор С.В. Хазаржан. Корректор И.А. Вейсиг
Компьютерная верстка И.В. Гревцовой

№ 7. 30.07.2021. Индекс: 42326. Тираж: 1000 экз.

Свободная цена

Адрес редакции и издательства: 660041 г. Красноярск, пр. Свободный, 79, оф. 32-03

Отпечатано в типографии Издательства БИК СФУ
660041 г. Красноярск, пр. Свободный, 82а.

<http://journal.sfu-kras.ru>

Подписано в печать 24.07.2021. Формат 84х108/16. Усл. печ. л. 13,3.
Уч.-изд. л. 12,8. Бумага тип. Печать офсетная. Тираж 1000 экз. Заказ № 14212.

Возрастная маркировка в соответствии с Федеральным законом № 436-ФЗ: 16+

CHIEF EDITOR

Natalia Koptseva – Professor, Doctor of Philosophical Sciences, Head of Department of Culture Studies (SFU).

EDITORIAL BOARD

David G. Anderson, PhD, Professor, the North at University of Aberdeen, Scotland

Evgeniya E. Anisimova, Doctor of Philological Sciences, Siberian Federal University, Krasnoyarsk

Gershons M. Breslavs, Associate Professor, Doctor of Psychological Sciences, Baltic Institute of Psychology and Management, International Institute of Applied Psychology, Riga, Latvia

Evgeniya A. Bukharova, Candidate of Economic Sciences, Professor, Siberian Federal University, Krasnoyarsk

Sergey V. Devyatkin, Associate Professor, Candidate of Philosophical Sciences, Novgorod State University named after Yaroslav the Wise, Veliky Novgorod

Milan Damohorsky, PhD, Professor, the Charles University in Prague, Czech Republic

Hans-Georg Dederer, PhD, Professor, University of Passau, Germany.

Sergey A. Drobyshesky, Professor, Doctor of Juridical Sciences, Siberian Federal University, Krasnoyarsk

Denis N. Gergilev, Candidate of Historical Sciences, docent, Siberian Federal University, Krasnoyarsk.

Konstantin V. Grigoriev, Doctor of Sciences (Sociology), Irkutsk State University

Darina Grigorova, Candidate of Sciences (History), Professor, Sofia University “St. Kliment Ohridski”

Tapdyg Kh. Kerimov, Professor, Doctor of Philosophical Sciences, Ural Federal University named after the first President of Russia B.N. Eltsin, Yekaterinburg

Alexander S. Kovalev, Doctor of History, docent, professor at the Department of Russian History, Siberian Federal University, Krasnoyarsk

Modest A. Kolerov, Associate Professor, Candidate of Historical Sciences, the information agency REX, Regnum (Moscow)

Vladimir I. Kolmakov, Doctor of Sciences (Biology), Professor, Siberian Federal University, Krasnoyarsk

Alexander A. Kronik, PhD, Professor, Howard University, USA

Liudmila V. Kulikova, Professor, Doctor of Philological Sciences, Siberian Federal University, Krasnoyarsk

Oksana V. Magirovskaya, Doctor of Philological Sciences, Siberian Federal University, Krasnoyarsk

Pavel V. Mandryka, Associate Professor, Candidate of Historical Sciences, Siberian Federal University, Krasnoyarsk

Marina V. Moskaliuk, Doctor of Sciences (Arts), Dmitri Hvorostovsky Siberian State Academy of Arts

Boris Markov, Professor, Doctor of Philosophical Sciences, Saint-Petersburg State University

Valentin G. Nemirovsky, Professor, Doctor of Sociological Sciences, Tumen State University

Nicolay P. Parfentyev, Professor, Doctor of Historical Sciences, Doctor of Art History, Professor, Corresponding Member of the Peter the Great Academy of Sciences and Arts, National Research South Ural State University, Chelyabinsk

Natalia V. Parfentyeva, Professor, Doctor of Art History, Member of the Composers of Russia, Corresponding Member of the Peter the Great Academy of Sciences and Arts, National Research South Ural State University, Chelyabinsk;

Nicolai N. Petro, PhD, Professor of Social Sciences Rhode Island University, USA

Øyvind Ravna, Professor, Doctor Juris, University of Tromsø, The Arctic University of Norway

Roman V. Svetlov, Professor, Doctor of Philosophical Sciences, Saint-Petersburg University

Andrey V. Smirnov, Doctor of Philosophical Sciences, Corresponding Member of Russian Academy of Sciences, Institute of Philosophy RAS, Moscow

Olga G. Smolyaninova, Doctor of Pedagogical Sciences, Professor, Academician of RAE, Siberian Federal University, Krasnoyarsk

Aleksey N. Tarbagaev, Doctor of Law, Professor, Siberian Federal University, Krasnoyarsk

Elena G. Tareva, Professor, Doctor of Pedagogical Sciences, Moscow State Linguistic University, the Higher School of Economics

Kristine Uzule, PhD (University of Birmingham, UK), Assistant Professor, Institute of Transport and Communications, Riga, Latvia

Zoya A. Vasilyeva, Doctor of Economic Sciences, Professor, Siberian Federal University, Krasnoyarsk

Irina V. Shishko, Professor, Doctor of Juridical Sciences, Siberian Federal University, Krasnoyarsk

Evgeniya V. Zander, Doctor of Economic Sciences, Professor, Siberian Federal University, Krasnoyarsk

Maxim S. Zlotnikov, Candidate of Sciences (Economics), Associate Professor, Siberian Federal University, Krasnoyarsk

CONTENTS

Tatjana Tambovceva, Diana Bajare, Maria V. Tereshina, Jelena Titko and Irina Shvetsova Awareness and Attitude of Latvian Construction Companies Towards Sustainability and Waste Recycling	942
Sergey N. Bobylev, Sofya V. Solovyeva and Irina Yu. Khovavko Environmental Conflicts in the Mirror of the «Civilization of Maximization»	956
Lyudmila N. Perepechko and Miron A. Yagolnitser Innovative Potential of Industry and Productive Power of Science as the Factors of Economic Growth	966
Natalia E. Antonova and Natalia V. Lomakina Resource Industries of the Far East: Manifestations of the Current Crisis and Their Fundamental Causes	978
Marina Yu. Malkina Impact of the 2020 Pandemic on Revenue from Various Taxes in the Russian Regions	987
Vadim M. Gilmundinov and Tatyana O. Tagaeva Environmental Aspects of the new wave of raw materials industrialization in Asian Russia	998
Evgenia V. Potravnaya Social Problems of Industrial Development of the Arctic Territories	1008
Yurii S. Ershov, Naimdzhon M. Ibragimov and Aleksandr I. Dushenin Input-Output Table Regionalization and Multiregional Input-Output Model Development Algorithm	1018
Pavel V. Druzhinin and Ekaterina V. Molchanova The First and Second Waves of the COVID-19 Pandemic in the Russian Regions: Comparison of the Change in the Mortality Rate	1028
Galina E. Mekush and Andrey A. Panov Kuzbass Economy and Carbon Control Tools	1039
Irina P. Glazyrina and Irina A. Zabelina Socio-Ecological Inequality in the Russian Federation and Problems of its Measurement	1047
Yulia I. Pyzheva, Evgeniya V. Zander and Anton I. Pyzhev Toward the Sustainable Development of Russian Regions: A Comprehensive Review of Empirical Research	1063
Alina S. Stoilova Impact of the Prospective Roundwood Export Ban on Russian Timber Production	1080
Yegor D. Burda Innovation Strategies within the Transforming Russian Electric Power Sector	1092

DOI: 10.17516/1997–1370–0774
УДК 67

Awareness and Attitude of Latvian Construction Companies Towards Sustainability and Waste Recycling

Tatjana Tambovceva^{*a}, Diana Bajare^a,
Maria V. Tereshina^b, Jelena Titko^c
and Irina Shvetsova^a

^a*Riga Technical University
Riga, Latvia*

^b*Kuban State University
Krasnodar, Russian Federation*

^c*EKA University of Applied Sciences
Riga, Latvia*

Received 24.05.2021, received in revised form 14.06.2021, accepted 01.07.2021

Abstract. Construction and Demolition Waste (CDW) creates the largest waste stream in the European Union. They consist of a heterogeneous mix of different components and constitute large amounts of waste which are often hazardous. Although some CDW is sent for recycling after the stripping and the demolishing of the building, a bigger share of the recovered CDW is restricted to low-value applications. It is widely accepted that reliable strategies and innovative technologies need to be developed to increase the share of CDW-derived materials in new residential constructions while simultaneously minimizing future CDW. Moreover, awareness and understanding the high value of CDW derived materials should be reached to improve building energy efficiency. The aim of the research is to evaluate the level of awareness and attitude towards CDW among Latvian construction companies. It was found out that Latvian construction business community has a positive attitude to waste management activities, and understands its importance in sustainable development.

Keywords: construction and demolition waste (CDW), awareness, recycling, sustainable development

This research was funded by the FLPP (Fundamental and Applied Research Projects) Programme in Latvia under the research project LZP-2020/1–0010 «Reuse of gypsum and expanded polymers from construction and demolition waste for acoustic and thermal insulation panels».

© Siberian Federal University. All rights reserved

* Corresponding author E-mail address: tatjana.tambovceva@rtu.lv

ORCID: 0000-0002-9516-1530 (Tambovceva); 0000-0001-8982-5831 (Tereshina); 0000-0002-3250-5594 (Bajare); 0000-0003-1333-0941 (Titko)

Research area: economics and national economy management (economics of environmental management).

Citation: Tambovceva, T., Bajare, D., Tereshina, M.V., Titko, J., Shvetsova, I. (2021). Awareness and attitude of Latvian construction companies towards sustainability and waste recycling. J. Sib. Fed. Univ. Humanit. Soc. Sci., 14(7), 942–955. DOI: 10.17516/1997–1370–0774.

Осведомленность и отношение латвийских строительных компаний к устойчивому развитию и переработке отходов

**Т. Тамбовцева^а, Д. Баяре^а,
М.В. Терешина^б, Е. Титко^в, И. Швецова^а**

*^аРижский технический университет
Латвия, Рига*

*^бКубанский государственный университет
Российская Федерация, Краснодар*

*^вВысшая школа экономики и культуры
Латвия, Рига*

Аннотация. Отходы строительства и сноса (ОСС) создают самый большой поток отходов в Европейском Союзе. Они состоят из неоднородной смеси различных компонентов и представляют собой большое количество отходов, которые часто несут в себе опасность. Хотя некоторая часть ОСС и отправляется на переработку после разборки и сноса здания, большая часть полученных ОСС ограничивается малоценным применением. Необходимо разработать надежные стратегии и инновационные технологии для увеличения доли материалов, полученных из ОСС при строительстве новых жилых зданий, одновременно минимизируя будущие ОСС. Более того, для повышения энергоэффективности зданий необходимо достичь осведомленности и понимания высокой ценности материалов, полученных из ОСС. Цель исследования – оценить уровень осведомленности и отношения к ОСС среди строительных компаний в Латвии. Было установлено, что Латвийское строительное бизнес-сообщество положительно относится к деятельности по обращению с отходами и понимает ее важность для устойчивого развития.

Ключевые слова: отходы строительства и сноса, осведомленность, переработка, устойчивое развитие.

Это исследование финансировалось программой FLPP (Проекты фундаментальных и прикладных исследований) в Латвии в рамках исследовательского проекта LZR-2020 / 1–0010 «Повторное использование гипса и вспененных полимеров из отходов строительства и сноса для производства акустических и теплоизоляционных панелей».

Научная специальность: 08.00.05 – экономика и управление народным хозяйством (экономика природопользования).

1. Literature review

1.1. CDW in Europe

Construction and demolition waste (CDW) is the material left from construction, refurbishment, road, and building demolition. CDW is compiled of a mix of different materials including inert waste, non-inert non-hazardous waste, and hazardous waste.

Since the CDW activities are vastly diversified they face many challenges that cause various related management practices being emerged. There are two main sectors impacting CDW are public works that also include road construction and the building sector. Despite the fact that recycled aggregates are widely used across the public works, due to the diversity of involved material the building sector still struggles to implement recycling activities for CDW. The additional factor affecting it is the variety of construction and building sites in terms of material properties and man-

aged quantities. In fact, waste generated in the building sector is compiled of a mix of waste, especially hazardous and finished work waste (Fig. 1).

According to the data (Yeheyis et al., 2013), the building industry takes advantage of 40 % of the total extracted natural resources, and besides that 25 % of the forest resources. It is noticeable that countries with the above-average gross domestic product per capita tend to have a higher material footprint, in which construction takes 50 % of the countries' material use.

In 2018 the share of CDW was 36.0 % of the total debris generation in the EU, it is the largest share among other types of activities. However, 36 percent is an average among all EU members, the statistics reveals the share of CDW around 70 % or more in the countries like that in some countries like Luxemburg, Austria, Netherlands, and France. Statistical

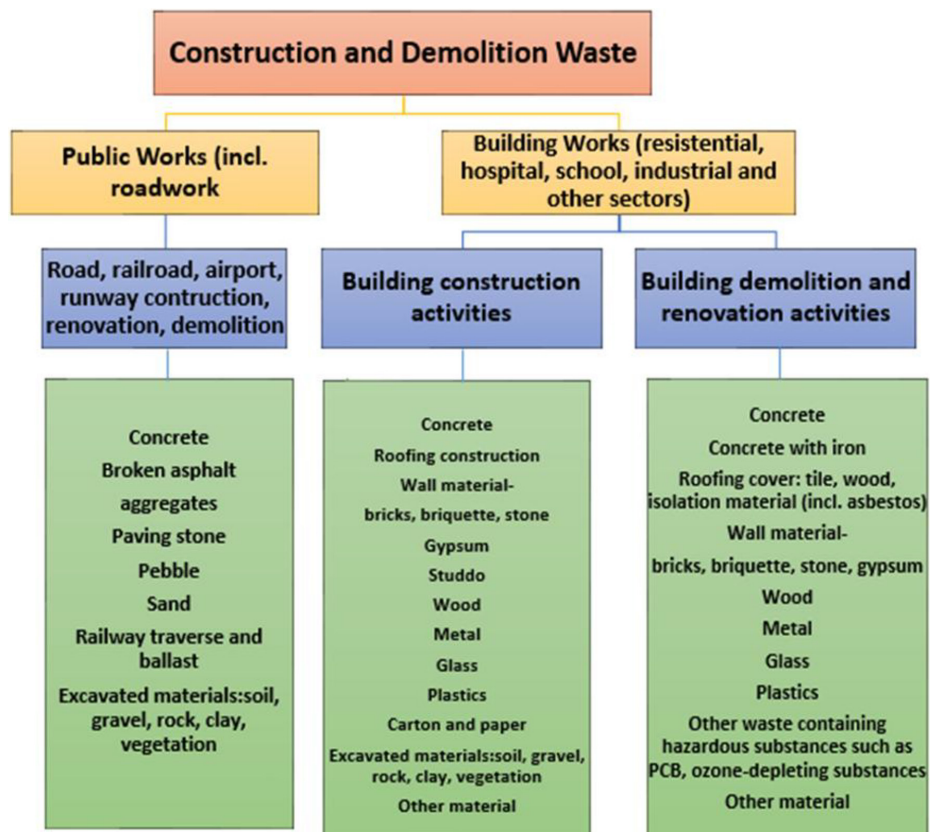


Fig. 1. Diversity of CDW per activities (Deloitte, 2017)

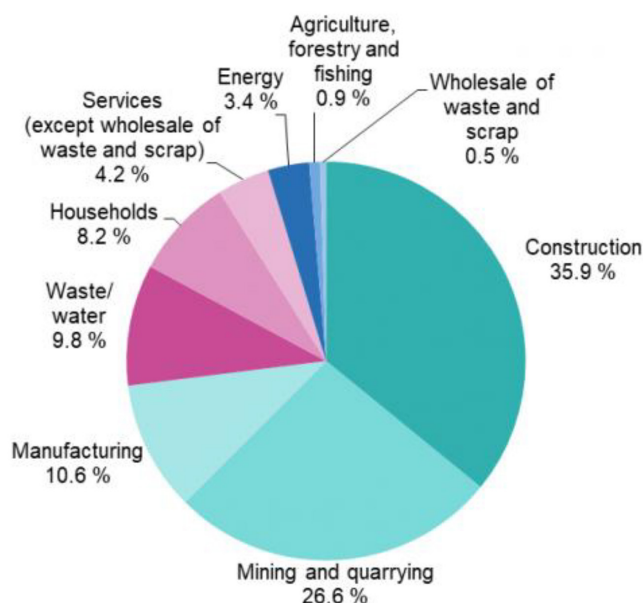
data portrayed in Fig. 2 shows an indicative difference in the production of construction waste among the countries of the EU.

CDW makes up the most significant waste stream in the European Union. The total quantity of CDW included in the European statistical data is a sum of various waste categories generated within the Section F-construction sector. Over the previous decade, the construction sector of 28 European Union countries has been generating gradually rising quantities of CDW, which have a peak at around 850 million tons of waste in 2018 (Fig. 3).

As presented in the Figure 1 CDWs consist of many different materials, such as bricks, gypsum, glass, solvents, plastic, wood, concrete, metals, excavated soil, and some hazardous substances, for instance, PCBs and asbestos. A large share of this waste can be recycled. The problem of a sustainable approach to CDW has become increasingly topical in the last years because its potential for boosting resource efficiency in the building sector is indisputable. It is clear today that such waste has a very high potential for recycling and reusing, due to the fact that some of its components

are rich in resource value and can be successfully recycled. In fact, there is a demand for CDW-derived aggregates for drainage, roads, and many other construction projects. Nevertheless, only a small percentage of CDW is currently sent for recycling, most of it ends up in a landfill (Fig. 4). While in some European countries the share of recycled CDW reaches up to 95 % many Member States hardly reach 10 %.

It is important for those Member States with low recovery rates to implement practices used in the success in the CDW recycling member states, however, identification and transfer of the good practices is not easy, since the CDW management varies notably across Europe. Besides, monitoring and data collection on the performance of CDW recycling practices is largely inaccurate because of issues with data traceability and availability. Moreover, the definition of CDW differs from state to state, which creates difficulties in cross-country comparison. For example, according to the Deloitte report (2017), the quality of CDW recycling data specifically on Latvia is very poor, therefore it is hard and practically of no use to analyze it.



Source: Eurostat (online data code: env_wasgen)

Fig. 2. Waste generation by economic activities and households, EU, 2018
(% share of total waste) (Eurostat, 2020a)

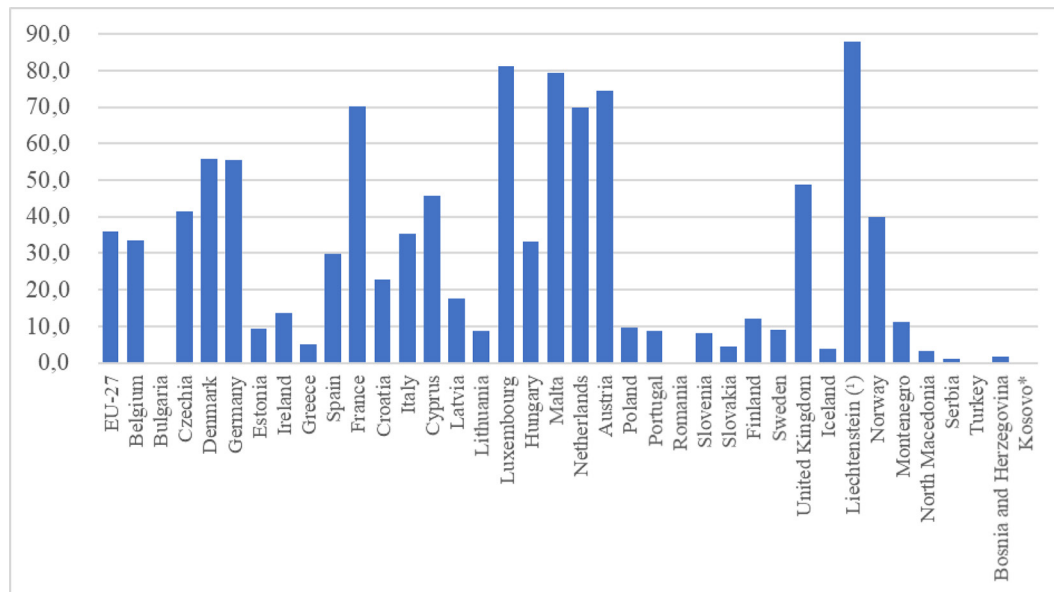


Fig. 3. CDW generated by the 28 EU member states in 2018 (% share of total waste) (Eurostat, 2020b)

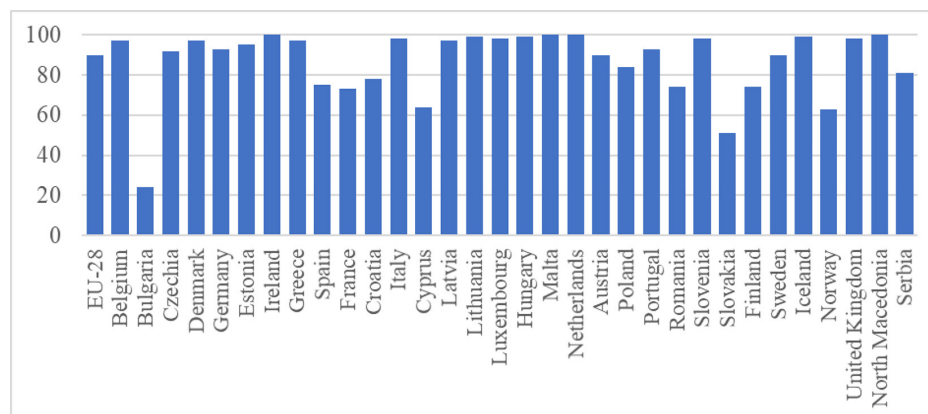


Fig. 4. Recovery rate of CDW in the 28 EU member states in 2018 (Eurostat, 2020c)

Research by Forsberg et al (2007) in the Netherlands showed that waste amounts on about 30–35 % of the project's production cost, with an average waste volume per house of 6,860 kg, (4,480 kg of construction waste and 2380 kg of other solid waste). Among the reasons for the formation of such an amount of waste, the authors attribute both technical (low quality of materials (Bossink & Brouwers, 1996; Lu et al, 2011; Nazeah, Zaldi & Trigunaryah, 2008)), and organizational (mistakes

of workers (Gavilan and Bernold, 1994)), also a low level of planning (Formoso et al., 2002) and weak motivation and awareness.

Worldwide accumulation of the CW in many countries taking the bulk percentage of the total waste generated. For example, in 2017 USA accumulated 569 million tons of CDW, whereas the production of municipal solid waste is half less than the amount (US Environmental Protection Agency, 2017). In Russia around 17 million tons of construction waste are gen-

erated annually, more than 60 % of which are brick and reinforced concrete waste (Oleynik, 2016). China alone generates approximately 1.5 billion tons of CDW year after year according to the AECOM report (Aecom, 2018).

There is undeniable evidence that waste generation is directly related to financial losses. For instance, the researchers (Forsberg & Saukkoriipi, 2007) found out that in Sweden around 30–35 % of the total construction project's cost was due to waste, in the United Kingdom material waste contributed an additional 15 % of the total cost, around 11 % expenditure overruns due to waste in Hong Kong, research is done in the Netherlands showed additional costs from 20 % to 30 % from material waste (Oko & Emmanuel Itodo, 2013). Some estimations show that the amount of generated construction and demolition debris will only rise in the next years, reaching twice bigger the amount by the year 2025 (Transparency Market Research, 2020). This forecast can also be backed up with the projected growth of urbanization from 55 % in 2018 up to 68 % in 2050, which in turn will lead to the rising demand for the development of infrastructures and civil construction volumes in the next decades (United Nations Department of Economic and Social Affairs, 2018).

1.2. Awareness and attitude towards CDW management among construction businesses

The attitude is defined as people's assessments of objects or circumstances that predispose them to act in a particular way (Rokeach & Sills, 1972). The functions of attitude and awareness are exceptionally important in the building industry, because the building industry and hence its workforce are commonly seen as having a very negative and inefficient environmental mindset (Teo & Loosemore, 2001). These working cultures are primarily influenced by people's traditional educational backgrounds, which limit their access to knowledge about a specific topic. In the background of education and training for building professionals, environmental sensitivity was historically not taught. In recent times, though, this lack of environmental education was mitigated by the most influential modern force on environmen-

tal views of people: the 'mass media' (Chan, 1998). While the building industry was a big generator of avoidable waste, it was reluctant to adopt environmentally sustainable practices. For past decade, landfills have served as a simple and cost-effective alternative to the city's inefficient activities. The climate, though, is changing. Resource scarcity, global warming, the emission levels, accelerating population growth, a more informed and proactive public, and an increasingly regulated corporate climate are putting pressure on the building sector to be more environmentally conscious (Teo & Loosemore, 2001).

It must be specially emphasized that architects, as well as construction clients, engineers, and contractors who are directly involved in the project development phases as the main stakeholders, are equally responsible for managing and preventing CDW (Bao et al., 2019; Gamage et al., 2009; Häkkinen & Belloni, 2011; Osmani et al., 2008). To augment their impact, designers, engineers, and managers need to recognize their responsibility, issues, and possibilities associated with waste aversion, and work on the viable methods by which significant enhancements can be accomplished.

However, Osmani et al. study (2008) reveals architects to be unenthusiastic to consider waste minimization as their responsibility routine, claiming that waste is occurred on the stage of on-site construction, specifically due to insufficient site planning, a misconception of drawings and inattention to the architectural requirements. Besides, respondents also mention that there are additional restrictions in allocating waste with the design stage such as the attitude of other stakeholders towards waste, customer's requirements, and most importantly ambiguities in the division of responsibilities and last-minute change due to customers' requirements. The author also ascertains that ecological safety is unfortunately not in the list of the main criteria of quality in building production.

Traditional construction focuses on cost, performance and quality objectives. Environmental awareness adds to these criteria the minimization of resource depletion, environmental degradation and the creation of a healthy built

environment. At the 1st International Conference on Sustainable Building, held in 1994 in Florida, sustainable building was defined as «creating healthy built environments using resource efficient, environmentally sound principles» (Kibert, 1994). Begum et al. (2007) studied the economic feasibility of minimizing waste in a Malaysian construction project and concluded that adopting a minimization strategy such as recycling and reusing material could save 2.5 % of the overall budget.

That is why many researchers associate CDW management among construction businesses with the philosophy and technologies of lean management; however, these are not identical concepts. The principles of sustainable construction include not only economic sustainability (increasing profitability through more efficient use of resources, including labor, materials, water and energy) and environmental sustainability (preventing harmful and potential irreversible impacts on the environment through the careful use of natural resources, minimizing waste, protection and, if possible, improvement of the environment), but also so-

cial aspects, including responding to the needs of people at any stage of participation in the construction process (from commissioning to demolition), ensuring the involvement of the construction business in the implementation sustainable development goals, environmental awareness.

According to Abidin (2010) ‘...The pace of actions towards sustainable application depends on the awareness, knowledge as well as an understanding of the consequences of individual actions’ (See Fig. 5).

Environmental awareness and attitude can be viewed as a new paradigm, where CDW management defines the framework for the design of buildings and the construction industry as a whole, as well as decision-making at all stages of the life cycle of a construction object.

Based on the observed studies it could be assumed that problems in mitigating construction waste may be due to attitudinal behaviour of professionals working in the construction industry, as well as unclearly defined responsibilities for reducing and preventing construction waste.

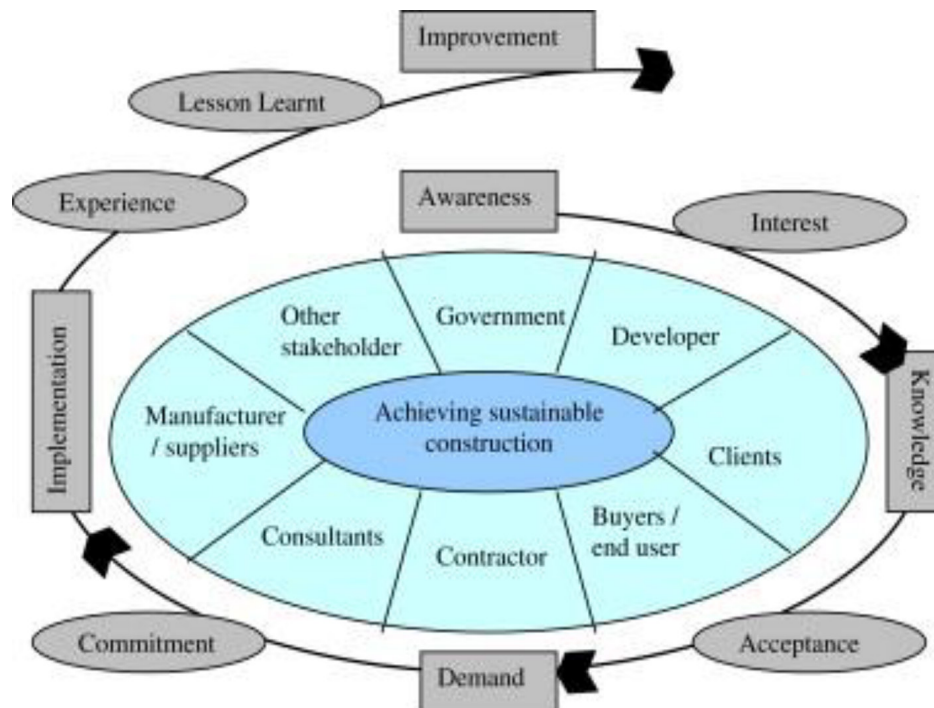


Fig. 5. The path for achieving sustainable construction (Abidin, 2010)

2. Methodology

This research was conducted for the purpose of obtaining a deeper understanding of the attitudes and the present level of provision of education about construction waste management among the professionals involved in the industry. Owing to the current conditions resulted from the restrictions of interviewing face-to-face, as an alternative although the equally effective mechanism of primary data collection was chosen a questionnaire-based collection of data.

Firstly, an extensive analysis of the researches and publications focused on the background of construction waste management and its current and emerging trends has been done to: understand the present situation in the sphere of construction waste management, acquire a comprehension of the legislations on building debris in the EU and the attitude of specialists involved in the managing thereof. Secondly, the questionnaire for target group construction companies was designed after studying the precedent surveys conducted within a similar topic in other countries. The questionnaire was then addressed to be internally published to the members of the Latvian Civil Engineers Association. Where engineers, construction managers, and architects within the selected companies who directly or indirectly related to the management of the waste produced as the result of the construction or demolition work.

The questionnaire design is based on the analysis of similar studies conducted to

evaluate the perception and/or existing situation in the construction waste industry. Some methods and focus points of the interviews were taken into account in the design of this questionnaire to meet the objectives of this research. For reliable data interpretation questions included in the questionnaire were multiple-choice, some of the answers were set in accordance with the Likert Scale from 1 to 5. This is a psychometric scale that is often used in questionnaires and surveys. It most often assesses the degree of agreement or disagreement with each judgment (Table 1).

To receive reliable data, it was need to be found out:

- To what extend professionals are aware of the general situation on CW and related sustainability concepts;
- To what extend specialist engaged in the construction sphere are satisfied with the opportunities and conditions provided;
- Are professionals motivated and willing to implement sustainable approaches while managing CW;
- What are the opportunities and obstacles in improving the management of construction-related waste.

Authors also assumed that neither of the answers might be a proper interpretation of the desired response, therefore most of the questions include an open answer or «other», which allowed people in the survey to specify their point of view.

Table 1. Structure of the questionnaire

	Content of the question	Type of the question; evaluation scale
Q_1	Awareness about sustainable waste management	Closed; self-perception; 5 alternative responses
Q_2	Main sources of information about waste minimization procedures	Closed; 5 alternative responses
Q_3	Attitude to recycling	Closed; Likert-type 4-point scale
Q_4	Reasons for engagement in waste management initiatives	Closed; 4 alternative responses
Q_5	Intention to minimize produced waste	Closed; 9 alternative responses
Q_6	Intention to implement green/ sustainable technologies	Closed; 3 alternative responses
Q_7	Perceived responsibility	Closed; 4 alternative responses

There were also a few constraints of the research:

- The questionnaire was anonymous, therefore, the data collected could not be sorted by the type of profession (architects, engineers, managers, etc.) among the respondents. This fact makes this research limited to obtain an overall understanding of the construction sphere professionals' perception and therefore restrains to differentiate the result by the occupation.
- The research was limited to a questionnaire-based data collection only, without following face-to-face interviews due to the current pandemic situation.
- The geographical limitation is enclosed in targeting professionals involved in the related sphere in Latvia.

The questionnaire was disseminated to the members of the Latvian Civil Engineers Association (LBS). Where engineers, construction managers, and architects who directly or indirectly related to the management of the waste produced as the result of the construction or demolition work.

Causes of construction waste outputs are reflected in Fig. 6.

Four highest contributory factors to material waste at construction sites are revealed in the study presented in Fig. 6. These are Demolition works which were ranked having the greatest impact on material wastage, on-

site works second-highest rank, which also matches with the previous results obtained for Question 8; Procurement of surplus/wrong materials was chosen by 42 % of the respondents; and Lack of construction waste management which has a comparatively high impact on wastage of construction materials according to the specialists. The remaining options have a moderate contribution to CW generation, ranging from 20 % to 23 % due to design changes and material damage respectively. Whereas respondents' opinion is that material wastage occurs less while restoration works and project closure. This is consistent with a previous study conducted by Oko and Emmanuel Itodo (2013), which recognizes waste on-site works such as workmanship, storage facilities, and rework as having a substantial contribution to materials wastage. This finding demonstrates that all on-site participants, from the site manager to all construction workers, must undergo adequate training for material waste on-site.

3. Results

In total 198 responses were received; out of this number of answers, it is possible to obtain a reliable analysis. All of the responses were of sufficient quality with all questions answered (all questions were marked as obligatory). The interpretation of the results of each question presented below.

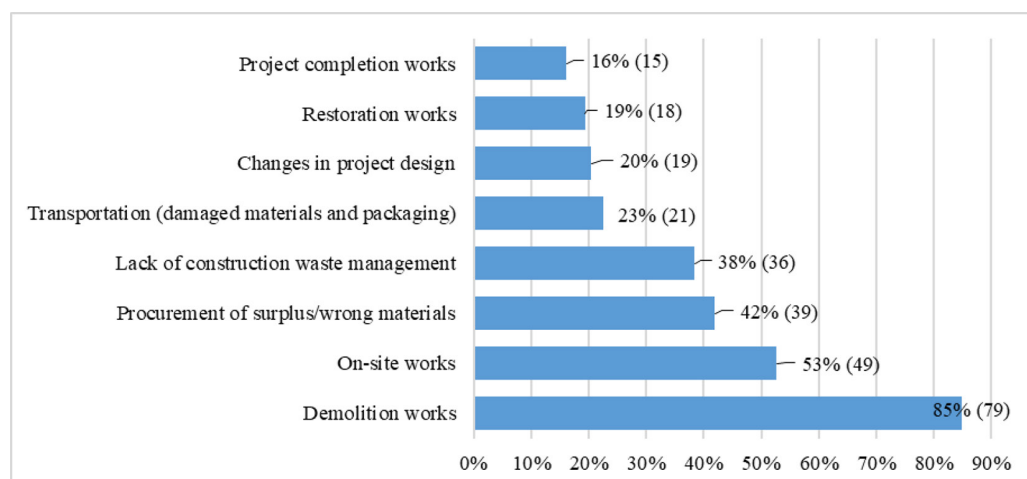


Fig. 6. Types of construction works contributing to material wastage (respondents' opinion)

The data collected for the question 1 «Awareness about sustainable waste management» indicates that the majority of the respondents are either have vague knowledge and are not able to put this knowledge into practice (38 %) or have little experience, but still not confident in practicing those skills on their own (33 %). Whereas 17 % of the respondents are capable of applying their knowledge independently, and only 4 % out of all repliers can teach. This indicates they may doubt their own ability to efficiently handle the waste. Site managers may consider waste management to be a low priority, perhaps incompatible with other goals. They are usually under tremendous pressure to achieve other business objectives, such as expense, time, and quality. If this were the case, their confidence in waste management's return on effort would also be poor.

Results on the main information sources (Q2) used by responding parties are following. Having in mind that now information is easily accessible via internet sources, it was although important to know what the most convenient and preferred methods are of obtaining knowledge regarding CW minimization in Latvia. The prevailing number of practitioners prefer to rely on the experience of other construction companies, yet some of the respondents highlighted that mostly their preference is to rely on the experience of other EU countries (these responses were reduced to the answer «Experience of other construction companies» for convenient data management). The second most used source of information is knowledge accumulated within the various Latvian associations, like Latvian Civil Engineers Association, Latvian Union of Architects or any other. 22 % of the respondents prefer to use a website of Latvian national database of standards (lvs. lv). The rest interviewed people choose either social media data (16 %) or local legislations (2 %), like those to guide them through the concepts of CW minimization.

To acquire a prevailing perception of the recycling of CW (Q3) the respondents were asked to show their attitude towards CW recycling on the Likert scale ranging from Not Important to Very important. The majority of the responses portray that most of the pro-

fessionals are concerned about how the waste resulted from their construction projects is recycled. By the majority here can be assumed a 39 % who find it Important, whereas 26 and 25 percent find recycling of CW Very and Moderately Important respectively. Overall, it can be clearly seen that professionals within Latvia are concerned about recycling construction and demolition waste. There are, however, 10 % of those who find recycling of the CDW under their construction projects as not a significant issue they should care about. Studying previous survey cases researchers (Osmani, Glass and Price, 2008) found out the factors which influence unwillingness to take responsibility on proper CW management or incomprehension how to implement thereof. Besides, an overall positive response shows that specialists determine the recycling of CDW as Important, which sets a good note of awareness and consciousness about issues arising from CDW.

Question 4 about Reasons for engagement in waste management initiatives was targeting to understand the reasons for construction professionals (companies) to be concerned about CW production. Specifically, it helps to determine the reasons of the respondents for taking the responsibility to manage waste that arose from construction and demolition. This question also seeks to potentially determine the drivers and control the levellers of the respondents in implementing sustainable CW management. The results present that more than half of the replies are accounted for companies being concerned about the waste issue because they understand its negative impact on the environment. About a third of the respondents consider waste as a creator of additional expenses, which indeed is a good reason because as showing that CW in some countries can make up to 30 % of the project expenses. Some specialists (10 percent) assume CW is not their concern, saying that it has to be a problem of the waste management companies. Other minorities representing 3 % consider waste only because the government has put an obligation on them to control and properly manage their waste. Some people (2 %) have presented their options indicating the application of BREEAM certification and ISO 14001 standard, which

also indicated their responsible approach which may be supported by either environmental or financial considerations.

Question 5: «Intention to minimize produced waste» asked about current/ potential conditions to implement waste minimization strategies in their companies. In other words, the answers were designed in such a way as to understand if the respondents are planning (or not planning) or already implemented CW minimization strategies and what are the reasons for implementing thereof. Besides, the authors also assumed an open answer, if none will be appropriate. Figure 7 summarizes the data collected for question 5; where about a third of responses are accounted for future implementation of sustainable methods of waste minimization.

About a quarter of the respondents are satisfied with the existing technologies they use. However, it is also interesting to notice, that those who appeared to be satisfied with their technologies also said to have a lack of knowledge about sustainable waste management technologies and are not able to practice. Therefore, it can be assumed that waste management technologies used in the corresponding companies are far from being called sustainable. Another correlation is noticed in the responses of those

whose answer was «Yes, current governmental requirements are obliging us to», the prevailing majority showed their concern about CW due to an environmentally friendly attitude, which shows a conflicting relationship between questions 4 and 5. A more logical interrelation was noticed within those who showed their concern for either environmental or financial issues and consequently have implemented ISO 14001 standard (22 %). Another controversial replied was noticed, when the respondent claims to train young civil engineers on proper construction waste management, but at the same time saying that he/she «Knows something, no experience» in question 1.

As one more question (Q6), the authors choose to study «Intention to implement green/ sustainable technologies», i. e., whether the cost obstacle is playing a vital role in preventing companies to put into practice any types of sustainable technologies resulting to cut material wastage. The results show, that almost half (47 %) of the participants would implement sustainable technologies in their construction. Understanding the environmental and economic benefits it may give in the long-run, even additional expenses are not the obstacle of implementing thereof. Another half

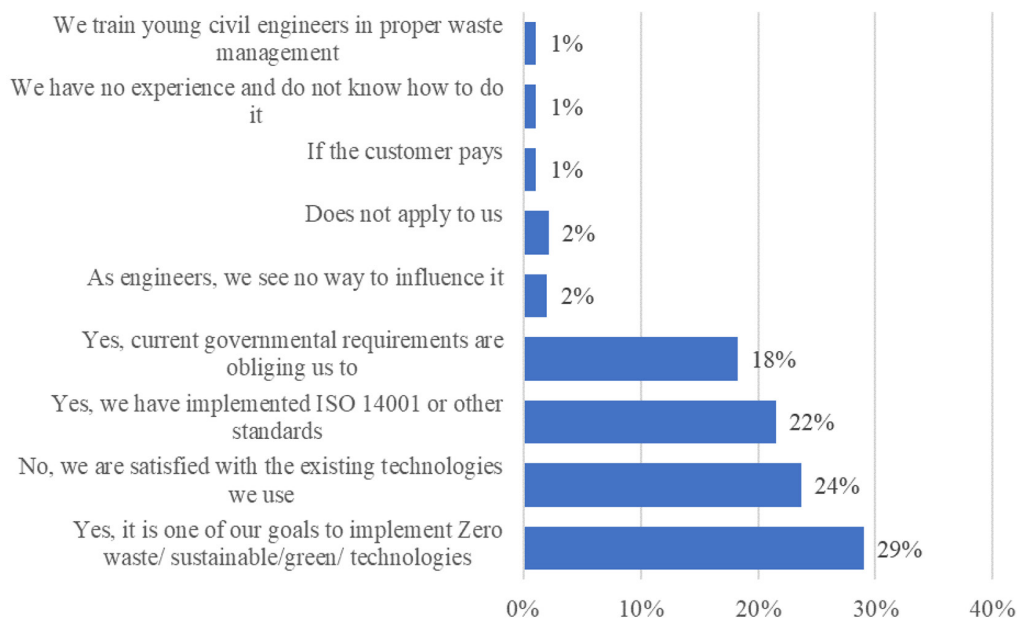


Fig. 7. Conditions for applying CW minimization methods (respondents' opinions)

of the responses are almost equally distributed either to not change anything in their present methods (29 %) or change, but if it will only be required by the government (24 %). This result shows the consciousness and readiness for changes among those who are involved in the construction sphere, but perhaps, due to the obstacles identified in question 11, there is still not enough enabling environment in which sustainable waste management approached will flourish.

The question about Perceived responsibility (Q7) allowed people participating in the survey to choose multiple answers. Having in mind, that attitudes upon the responsibility will likely vary as per culture and waste management policies across multiple companies and throughout various professional groups within this research. It is still important to identify who is/ are the main responsible stakeholder(s) in the respondents' opinion. Similarly, as it was discovered by Osmani, Glass and Price (2008), the majority of respondents do not think that architects may anyhow be responsible for the CW minimization, where a prevailing combination of answers was: 1. Construction company (79.8 %) or 2. Waste management companies (72.3 %). The same two, but additionally emphasizing the responsibility of suppliers and contractors (31.9 %). About 22 % of respondents believe that architects can influence a waste reduction in the design stage. The data obtained from this question may suggest es-

tablishing some leading assertions about the next question which aims to reveal the opinion of the respondents on which stage most of the construction waste is generated.

Conclusion

This research focused on the current climate within construction waste management, what is the level of awareness and attitude towards CDW among Latvian construction companies. Since environmental conservation has been mainly critical worldwide, it is crucial to regulate the environmental impact caused by construction activities. By introducing reuse, recycle and reduce, material wastage in construction can be significantly mitigated. While the transition to a circular economy is currently at the forefront of Europe's policy agenda, Europe still has a linear model of goods and services being generated and used within the construction sphere. It was found out that Latvian construction business community has a positive attitude to waste management activities, understanding its importance in sustainable development. The main problem of addressing waste reduction lies in the different angles of perception of the value of each construction project stakeholder. Although waste is considered unavoidable and there is a lack of experience and expertise among the participants of the survey, they do show their environmental consciousness and willingness to adopt 3R principles.

References

- Abidin, N.Z. (2010). Investigating the awareness and application of sustainable construction concept by Malaysian developers. In *Habitat International*, 34(4), 421–426. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.habitatint.2009.11.011>
- Aecom (2018). *People's Republic of China: Construction and Demolition Waste Management and Recycling Prepared by AECOM Asia Company Limited for the PRC Ministry of Housing and Urban-Rural Development and the Asian Development Bank*.
- Deloitte (2017). *Resource Efficient Use of Mixed Wastes – Improving management of construction and demolition waste*. Final report, Brussels, Belgium.
- Bao, Z., Lu, W., Chi, B., Yuan, H., & Hao, J. (2019). Procurement innovation for a circular economy of construction and demolition waste: Lessons learnt from Suzhou, China. In *Waste Management*, 99, 12–21. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2019.08.031>
- Begum, R.A., Siwar, C., Pereira, J.J., and Jaafar, A.H. (2007). Factors and values of willingness to pay for improved construction waste management: A perspective of Malaysian contractors. In *Journal of Waste Management*, 27, 1902–1909. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2006.08.013>

- Bossink, A.G. and Brouwers, H.J.H. (1996). Construction waste: quantification and source evaluation. In *Journal of Construction Engineering and Management*, 122, 55–60. Available at: [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)0733-9364\(1996\)122:1\(55\)](https://doi.org/10.1061/(ASCE)0733-9364(1996)122:1(55))
- Chan, K. (1998). Mass communication and pro environmental behaviour: Waste recycling in Hong Kong. In *Journal of Environmental Management*, 52(4), 317–325. Available at: <https://doi.org/10.1006/jema.1998.0189>
- Forsberg, A. & Saukkoriipi, L. (2007). Measurement of waste and productivity in relation to lean thinking. In *Proceedings IGLC*. (Vol. 15). Michigan, USA.
- Eurostat (2020a). *Waste statistics Statistics Explained*. Available at: https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Waste_statistics#Waste_generation_excluding_major_mineral_waste
- Eurostat (2020b). *Generation of waste by economic activity (Construction)*. Available at: https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Waste_statistics#Total_waste_generation
- Eurostat (2020c). *Recovery rate of construction and demolition waste*. Available at: https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/cei_wm040/default/table?lang=en
- Formoso, T.C., Soibelman, M.L., Cesare, D.C., and Isatto, E.L. (2002). Material waste in building industry: Main causes and prevention. In *Journal of Construction Engineering and Management*, 128, 316–325. Available at: [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)0733-9364\(2002\)128:4\(316\)](https://doi.org/10.1061/(ASCE)0733-9364(2002)128:4(316))
- Gamage, I.S.W., Osmani, M., & Glass, J. (2009). An investigation into the impact of procurement systems on waste generation: The contractors' perspective. In *Association of Researchers in Construction Management, ARCOM 2009 – Proceedings of the 25th Annual Conference, December 2014*, 1031–1040.
- Gavilan, R.M., and Bernold, L.E. (1994). Source Evaluation of solid waste in building construction. In *Journal of Construction Engineering and Management*, 120, 536–552. Available at: [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)0733-9364\(1994\)120:3\(536\)](https://doi.org/10.1061/(ASCE)0733-9364(1994)120:3(536))
- Häkkinen, T., & Belloni, K. (2011). Barriers and drivers for sustainable building. *Building Research and Information*, 39(3), 239–255. Available at: <https://doi.org/10.1080/09613218.2011.561948>
- Kibert, C.J. (1994). Final Session. In *First International Conference of CIB TG 16 on Sustainable Construction*, Tampa, Florida.
- Lu, W., Yuan, H., Li, J.J., Hao, J.L., Mi, X., Ding, Z. (2011). An empirical investigation of construction and demolition waste generation rates in Shenzhen city, South China. In *Journal of Waste Management*, 31, 680–687. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2010.12.004>
- Nazech, E.M., Zaldi, D., and Trigunarysyah, B. (2008). Identification of construction waste in road and highway construction projects. In *Proceedings of 11th East Asia-Pacific Conference on Engineering and Construction*, Taiwan.
- Oko, A., & Emmanuel Itodo, D. (2013). Professionals' views of material wastage on construction sites and cost overruns. In *Organization, Technology & Management in Construction: An International Journal*, 5(1), 747–757. Available at: <https://doi.org/10.5592/otmcj.2013.1.11>
- Oleynik, S. (2016). Amounts and sources of construction and demolition waste. In *Russian Journal of Resources, Conservation and Recycling*, 3(1), 1–10. Available at: <https://doi.org/10.15862/02rro116>
- Osmani, M., Glass, J., & Price, A.D.F. (2008). Architects' perspectives on construction waste reduction by design. In *Waste Management*, 28(7), 1147–1158. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2007.05.011>
- Rokeach, M., & Sills, D.L. (1972). The nature of attitudes. In *International Encyclopedia of the Social Sciences* (pp. 449–570). Macmillan and The Free Press, New York.
- Transparency Market Research (2020). *Construction & Demolition Waste Recycling Market – Global Industry Analysis and Forecast 2025*. Available at: <https://www.transparencymarketresearch.com/construction-demolition-waste-recycling-market.html>
- Teo, M.M.M., & Loosemore, M. (2001). A theory of waste behaviour in the construction industry. In *Construction Management and Economics*, 19(7), 741–751. Available at: <https://doi.org/10.1080/01446190110067037>

United Nations Department of Economic and Social Affairs (2018). In *World Urbanization Prospects The 2018 Revision*.

US Environmental Protection Agency (2017). *Sustainable Management of Construction and Demolition Materials*. Available at: <https://www.epa.gov/smm/sustainable-management-construction-and-demolition-materials>

Yeheyis, M., Hewage, K., Alam, M.S., Eskicioglu, C., & Sadiq, R. (2013). An overview of construction and demolition waste management in Canada: A lifecycle analysis approach to sustainability. In *Clean Technologies and Environmental Policy*, 15(1), 81–91. Available at: <https://doi.org/10.1007/s10098-012-0481-6>

DOI: 10.17516/1997–1370–0775
УДК 339.976.2(045)

Environmental Conflicts in the Mirror of the «Civilization of Maximization»

Sergey N. Bobylev*, Sofya V. Solovyeva
and Irina Yu. Khovavko

*Lomonosov Moscow State University
Moscow, Russian Federation*

Received 24.05.2021, received in revised form 15.06.2021, accepted 29.06.2021

Abstract. The type of civilization formed on the planet can be defined as a «civilization of maximization», which is focused on the growth of financial results, production of goods and services, and consumption. This type of civilization leads to numerous environmental conflicts at all levels. In this regard, it seems promising to study the mechanisms of internalization of externalities as a basis for preventing and overcoming environmental conflicts. The types of environmental conflicts are identified, depending on the scope of the covered impact and the externalities that generate them: temporal, global, intercountry, intersectoral, interregional and local. The article analyzes the problem of climate change as a significant example of an environmental conflict caused by the temporal and global externalities of the «civilization of maximization». Large corporations, being the drivers of the «civilization of maximization,» at the same time increasingly participate in the environmental transformation of the world and national economies.

Keywords: environmental conflicts, externalities, climate change, carbon neutrality, corporate social responsibility, ecological transformation of the world economy.

The reported study was funded by the Russian Federal Property Fund according to the research project No. 20–010–00981\20 «Formation of a circular economy and resolution of environmental conflicts».

Research area: economics.

Citation: Bobylev, S.N., Solovyeva, S.V., Khovavko, I. Yu. (2021). Environmental conflicts in the mirror of the «civilization of maximization». J. Sib. Fed. Univ. Humanit. Soc. Sci., 14(7), 956–965. DOI: 10.17516/1997–1370–0775.

Экологические конфликты в зеркале «цивилизации максимизации»

С.Н. Бобылев, С.В. Соловьева, И.Ю. Ховавко

*Московский государственный университет имени М. В. Ломоносова
Российская Федерация, Москва*

Аннотация. Сформировавшийся на планете тип цивилизации можно определить как «цивилизация максимизации», который ориентирован на рост финансовых результатов, производство товаров и услуг, потребление. Такой цивилизационный тип порождает многочисленные экологические конфликты на всех уровнях. В связи с этим представляется перспективным исследование механизмов интернализации экстерналий как основы для предупреждения и разрешения экологических конфликтов. В зависимости от сферы охватываемого воздействия выделены типы экологических конфликтов, зависящих от порождающих их экстерналий: темпоральные, глобальные, межстрановые, межсекторальные, межрегиональные и локальные. В статье анализируется проблема изменения климата как актуальный пример экологического конфликта, вызванного темпоральными и глобальными экстерналиями и характерного для «цивилизации максимизации». В настоящее время крупнейшие корпорации и банки мира все активнее участвуют в экологической трансформации мировой и национальных экономик, процессах низкоуглеродного развития, чему способствует включение в их деятельность нефинансовых экологических и социальных факторов, корпоративной социальной ответственности, ESG-критериев.

Ключевые слова: экологические конфликты, внешние эффекты, изменение климата, углеродная нейтральность, корпоративная социальная ответственность, экологическая трансформация мировой экономики.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 20–010–00981\20 «Формирование циркулярной экономики и разрешение экологических конфликтов».

Научная специальность: 08.00.00 – экономические науки.

Введение

В экономической истории человечества 2020 г. стал определенным рубежом не только из-за пандемии COVID-19, но и из-за принятых решений по радикальному изменению экономической модели развития человечества. Подавляющая часть мировой экономики в качестве цели развития выдвинула достижение углеродной нейтральности, экологической устойчивости к 2050–2060 гг. Среди стран, принявших такое решение, можно отметить членов Европейского сообщества, Китай, США, Японию, Южную Корею. Таким образом, рост благосостояния населения, повышение

доходов, борьба с безработицей и неравенством и другие приоритетные социально-экономические проблемы должны решаться в жестких рамках экологических лимитов и ограничений.

Такая достаточно радикальная смена курса интенсивно готовилась последние десять лет. Здесь можно упомянуть фундаментальные решения трех конференций ООН: Рио-де-Жанейро 2012 «Будущее, которое мы хотим» (UN, 2012), Нью-Йорк («Повестка дня в области устойчивого развития на период до 2030 года») (UN General Assembly..., 2015), Париж (Парижское климатическое соглашение) (UN, 2015).

В чем причина такой радикальной смены курса глобальной экономики? На наш взгляд, это осознание «тупиковости» сложившейся модели развития, которая выходит за экологические пределы существования человечества, рамки экологической емкости. За последние четверть века наблюдался огромный рост мировой экономики, увеличение мирового ВВП составило почти 5 раз, что позволило повысить материальное благосостояние сотен миллионов людей. Однако на этом фоне выявились экологические ограничения, связанные со сложившимися моделями производства и потребления. В частности, для достижения в мире стандартов потребления среднего американца требуется пять таких планет, как Земля.

Необходимо радикальное изменение сложившейся парадигмы развития, «перестроение» всей деятельности человечества в соответствии с парадигмой устойчивого развития во всем ее многообразии и сбалансированности социальных, экономических и экологических факторов. Человечество сформировало такой тип цивилизации, который можно охарактеризовать как «цивилизация максимизации» (Bobylev, 2019). Такая цивилизация максимизирует три цели: финансовые результаты, производство, потребление. Становится все более очевидно, что «цивилизация максимизации» не может быть устойчивой и необходимо менять достаточно глубокие и утвердившиеся цивилизационные приоритеты. В связи с этим нужно отметить важность достижения 12-й Цели устойчивого развития ООН, связанной с радикальным изменением моделей производства и потребления.

«Сверхпроблемой» перехода к устойчивому развитию является трансформация устоявшихся основ «цивилизации максимизации» в виде традиционного рынка. Во многих международных документах, в высказываниях ученых отмечена необходимость формирования новой философии развития. Даже на Всемирном экономическом форуме в Давосе в 2020 г., объединяющем уважаемые мировые

политические, деловые и научные элиты, предлагалась новая модель «капитализма всех заинтересованных сторон» (stakeholder capitalism) (World Economic Forum, 2020). В этой модели цель компании должна состоять в вовлечении заинтересованных сторон в «устойчивое создание ценности». В последнем докладе 2021 г. Всемирного экономического форума четыре из пяти глобальных рисков для человечества были экологическими (World Economic Forum, 2021).

Противоречия в обществе, обусловленные экологическими факторами, ведут к многообразным конфликтам между человеком и биосферой, между сообществами на всех пространственных уровнях, возникает этическая проблема ответственности перед будущими поколениями. Опыт регулирования конфликтных ситуаций в экологической сфере является важным элементом современных технологий управления. Основное внимание в статье уделено исследованию и идентификации экологических конфликтов, их связи с экстерналиями в рамках сформировавшейся «цивилизации максимизации». Особый акцент сделан на изучении темпоральных и глобальных конфликтов на примере проблемы изменения климата.

Идентификация и классификация экологических конфликтов

В настоящее время в мире не сложилось последовательной и логичной теории экологических конфликтов, тем не менее в этой области работают много специалистов из различных научных отраслей. В целом в западной литературе существует достаточно узкая трактовка понятия «экологический конфликт». С начала 1990-х гг. прошлого века внимание западной научной общественности обратилось к так называемым экологически обусловленным конфликтам (environmentally induced conflicts). Изучение экологических конфликтов («environmental conflicts», «ecological conflicts») ведется на стыке политической экологии (political ecology), экологической

экономики или экономики природопользования (ecological economics), промышленной экологии (industrial ecology) и наук, занимающихся проблемами национальной безопасности. Учитывая этот факт, отметим отсутствие единого языка для описания таких понятий, как «экологический конфликт», «конфликт природопользования», «природоресурсный конфликт». Иногда под экологическими конфликтами понимают любые «ресурсные войны» (Le Billon, 2012), в качестве причин возникновения которых рассматриваются три вида дефицита ресурсов (дефицит из-за повышенного спроса, дефицит из-за сокращения предложения и структурный дефицит, вызванный несправедливым распределением имеющихся ресурсов) (Homer Dixon, 1994). Более распространена точка зрения, согласно которой к экологическим относятся конфликты, связанные с экологической деградацией, понимаемой более узко (деградация возобновляемых природных ресурсы и ассимиляционного потенциала). Эта точка зрения развивается в работах Джоана Мартинез-Алиера (Martinez-Alier, 2010, 2007, 2004), Шломи Динара (Shlomi, 2011), Стефана Либишевски (Libiszewski, 1992), Курта Шпильмана (Mason, Spillmann, 2005) и др.

В качестве ведущих подходов к способам разрешения/предотвращения конфликтов рассматриваются два: экономическая оценка ущербов и возможная их компенсация или защита прав человека на благоприятную окружающую среду и/или прав коренных народов (Scheidel et al., 2020).

Отечественная конфликтология активно развивается в последние десятилетия, вместе с тем комплексных исследований явно недостаточно. Выпущен ряд работ российских авторов, а также переводных изданий, посвященных политическим, социальным, психологическим, юридическим аспектам управления конфликтами. Обычно экологические конфликты рассматриваются в отечественной литературе как системные конфликты, предметом которых выступают притязания на определенный природный ресурс, способы его использования, права собственности, контроль над

ним и т. д. (Mylina, 2014, Sabadash, 2010). Попытки классификации экологических конфликтов по целому ряду параметров предприняты в работах М. В. Терешинной (Tereshina, 2009) и А. Л. Демчука (Demchuk, 2020). На экономическую природу экологических конфликтов обращено внимание в работах И. Ю. Ховавко (Khovavko, 2016), где показано, что в основе экологических конфликтов лежат экономические причины, связанные с распределением издержек от негативных экологических экстерналий.

В данной статье авторы предлагают в зависимости от сферы охватываемого воздействия выделять следующие шесть типов экологических конфликтов, зависящих от порождающих их экстерналий: темпоральные, глобальные, межстрановые, межсекторальные, межрегиональные и локальные:

Темпоральные (временные, межпоколенческие) конфликты. Здесь принципиальным экономическим моментом является возложение дополнительных экстерналий затрат современным поколением на будущие поколения. Традиционное понимание экономического компромисса поколений во многом определяется соотношением их моделей потребления и накопления: «каждое поколение должно сберегать для будущих поколений такую же часть национального дохода, какую оставило ему предыдущее поколение». Современный взгляд расширяет этот принцип на природу – «каждое поколение должно оставить планету в не худшем состоянии, чем оно ее получило» (Barry, 1999).

Глобальные конфликты. Данный вид конфликтов связан с экологическими проблемами глобального масштаба (трансграничное загрязнение, загрязнение Мирового океана, вырубка тропических лесов и др.).

Межстрановые конфликты. Здесь типичным примером являются водные проблемы, связанные с развитием орошаемого сельского хозяйства, гидроэнергетикой и т. д. Сейчас самые многочисленные в мире конфликты связаны с использованием водных ресурсов. Примеры таких конфликтов имеются в Африке, Латинской

Америке, Ближнем Востоке, Центральной Азии.

Межсекторальные конфликты. Развитие природоэксплуатирующих секторов экономики наносит значительный ущерб, то есть вызывает отрицательные внешние эффекты, другим секторам. Например, аграрный сектор несет большие потери в результате добычи полезных ископаемых.

Межрегиональные конфликты. Этот вид конфликтов является уменьшенной копией глобальных экстерналий, только в рамках одной страны. Классическим примером могут быть реки, когда находящиеся в верхнем течении регионы своими загрязнениями создают дополнительные затраты на очистку воды у «нижних» регионов.

Локальные конфликты. Самый распространенный и изученный тип конфликтов, связанный с локальными экстерналиями: объект – источник экстерналий и локальная территория, на которой внешние издержки возлагаются на местное сообщество.

Для купирования экологических конфликтов и интернализации экстерналий на разных уровнях применяется широкий спектр инструментов, включающий в себя: методы прямого государственного регулирования (нормативы, стандарты); экономические рыночные инструменты (налоги, плата за пользование, системы квотирования и торговли разрешениями); институциональные инструменты (прозрачность отчетности и информации, включение экологического фактора в добровольные инициативы бизнеса и др.).

Темпоральные и глобальные экологические конфликты: что делать?

На сегодняшний день разработаны инструменты экологического регулирования, позволяющие интернализировать негативные экстерналии разных уровней. Однако результат (повышение эффективности аллокации ресурсов) существенным образом зависит от того, кто и для каких целей использует эти инструменты. Особенно это относится к механизмам регулирования темпоральных и глобальных экологических экстерналий.

Рассмотрим проблему изменения климата как пример экологического конфликта, вызванного темпоральными и глобальными экстерналиями и характерного для «цивилизации максимизации». Происходящая на наших глазах гигантская трансформация преобладающей части мировой экономики, нацеленная на достижение углеродной нейтральности к 2050–2060 гг., направлена на решение климатической проблемы. При сохранении традиционной траектории развития мировой экономики (*business as usual*), по имеющимся оценкам, температура Земли может возрасти на 3–4 градуса, что приведет к огромным экономическим потерям. У России две трети территории находится в зоне вечной мерзлоты, и, по оценкам Росгидромета, рост температуры в северных регионах в среднем в 4 раза превышает темпы глобального потепления, что также может привести к значительным экономическим и социальным потерям.

Налицо конфликт между современными поколениями, создавшими неустойчивую «коричневую» экономику с высокими выбросами парниковых газов и деградирующими климатическую систему, и следующими поколениями, которые должны нести огромные дополнительные издержки для стабилизации социально-экономической ситуации и ликвидации отдаленных последствий современных экологических ущербов. В области климатических изменений главными «виновниками» создавшейся ситуации являются Китай, США, Индия и Россия, на долю которых приходится свыше половины всех мировых выбросов парниковых газов.

Несмотря на продолжающиеся дискуссии о причинах и тенденциях климатических изменений, мировая экономика признала их реальность и важнейшую роль антропогенного фактора. Это признание выразилось в сотнях миллиардов долларов, евро, юаней, направленных на борьбу с изменением климата посредством создания новых низкоуглеродных технологий, экономических структур, экономических механизмов регулирования, законов и со-

глашений, дивестиций и перераспределения инвестиций. То есть именно гипотеза об однозначной антропогенной обусловленности происходящих климатических изменений позволяет рассматривать климат как разновидность глобальных экологических экстерналий (и, соответственно, конфликтов).

Для стабилизации климатической системы и для объединения усилий всех стран в 1992 г. была принята Рамочная конвенция ООН об изменении климата, для реализации которой были приняты Киотский протокол (1997) и Парижское климатическое соглашение (2015). Киотский протокол дал конструктивный опыт мировой экономике, показывающий, что можно регулировать/уменьшать выбросы парниковых газов и при этом не снижать экономические результаты развития и рост благосостояния. В основе реализации климатической политики в мире лежат разнообразные рыночные инструменты, в том числе базирующиеся на «углеродной» цене, формирующейся на основе торговли квотами парниковых газов или углеродных налогов.

Несмотря на предпринимаемые усилия по борьбе с климатическими изменениями, в мире не удастся преодолеть инерционные тенденции развития экономики, особенно в развивающихся странах, что приводит к дальнейшему росту глобальной температуры и вероятным превышениям лимитов Парижского соглашения в 21 в. (1,5–2 °C).

Для борьбы с климатическими угрозами Россия за последние годы активизировала свою климатическую активность на международной арене и внутри страны. В 2009 г. в России была принята Климатическая доктрина, подписано и ратифицировано Парижское климатическое соглашение (2019), подготовлены проекты Стратегии социально-экономического развития Российской Федерации с низким уровнем выбросов парниковых газов до 2050 г. (2020) и Закона об углеродном регулировании (2020). Однако механизмы реализации последних двух документов проработаны недостаточно.

Изменение роли корпораций

Одним из мощных драйверов развития «цивилизации максимизации» являются корпорации. Их традиционные цели, связанные с ориентацией на финансовые результаты, рост прибыли фактически стимулируют неустойчивые модели производства и потребления. По оценкам Всемирного совета бизнеса за устойчивое развитие, на долю 3000 крупнейших мировых компаний приходится треть глобального экологического ущерба (The World Business..., 2011). Такие ущербы способствуют развитию экологических конфликтов на всех уровнях – от темпорального до локального. Огромны экологические экстерналии от деятельности корпораций, их интернализация зачастую требует огромных средств. Например, в результате аварии нефтяной платформы BP в Мексиканском заливе (2010) компания выплатила около 60 млрд долл. Это был острый межсекторальный и межрегиональный конфликт, когда из-за данной катастрофы пострадали секторы туризма, рыболовства, водоснабжения и др., а также люди и животный мир в пяти юго-восточных штатах США. В России авария с разливом нефтепродуктов на предприятии «Норникеля» (2020) в Красноярском крае привела к выплате корпорацией гигантской суммы в 146 млрд руб. штрафа на основе иска Росприроднадзора.

Важная особенность современного этапа развития – попытки корпораций изменить модели производства и потребления в обществе. Для этого компании все более широко включают в свою деятельность принципы, заложенные в Целях устойчивого развития ООН (2016–2030) и Парижском соглашении по климату (2015). Учет обязательств перед обществом и сохранение природы, этические проблемы становятся существенными факторами, способствующими улучшению экономических показателей, усиливающих конкурентные позиции в странах и на глобальном уровне. В качестве механизмов реализации социально-экологических приоритетов в деятельности корпораций чаще всего выступают корпоративная социальная ответственность, раз-

личного вида отчеты (нефинансовые, социальные, в области устойчивого развития, экологические), устойчивое и ответственное инвестирование, «зеленое» финансирование и т. д.

Позитивный имидж крупной компании уже невозможен без широко распространенной в мире корпоративной социальной ответственности (КСО), предусматривающей интеграцию интересов общества и окружающей среды в свои бизнес-процессы и свои взаимодействия с заинтересованными сторонами (стейкхолдерами) на добровольных началах. Тем самым компании принимают на себя ответственность за влияние их деятельности и принимаемых решений на общество и природу, смягчение и предотвращение экологических конфликтов. При рассмотрении вопросов внедрения КСО часто используются критерии и аббревиатура ESG (E – окружающая среда (Environment), S – общество (Social), G – корпоративное управление (Governance)). Эти критерии уже применяются крупнейшими международными и российскими корпорациями. Для поддержки экологизации экономики в 2006 г. были сформулированы «Принципы ответственного инвестирования ООН» (Principles for Responsible Investment Initiative). К 2020 г. к этим принципам присоединились 2300 финансовых институтов, а общая сумма их активов составила 80 трлн долл. (UN Principles for Responsible Investment, 2020). Также нефинансовая информация часто предоставляется на основе Глобальной инициативы по отчетности (Global Reporting Initiatives).

Особенно четко экологическая трансформация целей корпораций проявляется в области низкоуглеродных тенденций, перехода к углеродной нейтральности, связанных с борьбой с изменением климата и смягчением глобальных и темпоральных конфликтов. В странах ЕС банки начали оценивать воздействие рисков, связанных с изменением климата и переходом к низкоуглеродной экономике в финансовом секторе. Наш анализ деятельности крупнейших банков Германии, Швейцарии, Великобритании, США (Credit Suisse,

Deutsche Bank, Citigroup, Barclays, UBS и др.) показал, что в программах их развития акцент делается на резкое увеличение финансирования «зеленых» проектов, ориентацию на устойчивое и низкоуглеродное развитие, уход из угольных проектов, отказ от поддержки промышленной деятельности в Арктике. Последние два направления, связанные с фактическим прекращением поддержки добычи угля и свертыванием промышленных проектов в Арктике, представляют для России определенные проблемы как в концептуальном, так и в практическом плане.

Еще более парадоксальные цели с точки зрения традиционного экономического развития заявили крупнейшие международные нефтегазовые компании, генерирующие огромные экологические ущербы и острые конфликты. Так, в 2020 г. компания BP заявила о реализации стратегии «чистого нуля» (net zero), которая предполагает достижение нулевого углеродного баланса к 2050 г. О стремлении к низкоуглеродному развитию и резком сокращении выбросов парниковых газов к 2050 г. объявили Eni, Shell, Repsol, Total и др. В России Лукойл заявил об ориентации в своей деятельности на достижение углеродной нейтральности к 2050 г.

Заключение

Сформировавшийся на планете тип цивилизации можно определить как «цивилизация максимизации», он ориентирован на рост финансовых результатов, производство товаров и услуг, потребление. Такой цивилизационный тип порождает многочисленные экологические конфликты на всех уровнях. Представляется перспективным исследование механизмов интернализации экстерналий как основы для предупреждения и разрешения экологических конфликтов. В зависимости от сферы охватываемого воздействия можно выделить типы экологических конфликтов, зависящих от порождающих их экстерналий: темпоральные, глобальные, межстрановые, межсекторальные, межрегиональные и локальные.

Проблема изменения климата является ярким и актуальным примером экологического конфликта, вызванного темпоральными и глобальными экстерналиями и характерного для «цивилизации максимизации». Происходящая гигантская трансформация преобладающей части мировой экономики, нацеленная на достижение углеродной нейтральности к 2050–2060 гг., направлена на решение климатической проблемы. Налицо конфликт между современными поколениями, создавшими неустойчивую «коричневую» экономику с высокими выбросами парниковых газов и деградирующую климатическую систему, и следующими поколениями, которые должны нести огромные дополнительные издержки для

стабилизации социально-экономической ситуации и ликвидации отдаленных последствий современных экологических ущербов.

Крупнейшие корпорации и банки мира принимают участие в обострении проблемы экологических конфликтов на всех уровнях. В настоящее время крупный бизнес все активнее участвует в экологической трансформации мировой и национальной экономик, процессах низкоуглеродного развития, борьбе с изменениями климата, чему способствует включение в их деятельность нефинансовых экологических и социальных факторов, корпоративной социальной ответственности, ESG-критериев.

Список литературы

Бобылев, С.Н. (2019). Новые модели экономики и индикаторы устойчивого развития // *Экономическое возрождение России*, 3(61), 23–29.

Демчук, А.Л. (2020). Политические аспекты управления международными экологическими конфликтами // *Вестник Томского государственного университета. Философия. Социология. Политология*, 55, 240–248.

Мылина, М.М. (2014). Теоретико-методологические основы исследования экологических конфликтов как социальной категории // *Историческая и социально-образовательная мысль*, 6 (6), Ч. 2, 258–261.

Сабадаш, В. (2010). Ресурсная политика и экономика природопользования: теория и методология экологических конфликтов. Экологические конфликты в современной системе природопользования, под ред. Бобылева С. Н. и Сабадаш В. В., Сумы, Университетская книга, 352 с.

Терешина, М.В. (2009). Эколого-экономические конфликты в контексте национальной безопасности // *Национальные интересы: приоритеты и безопасность: научно-практический и теоретический журнал*, 38, 40–47.

Ховавко, И.Ю. (2016). Экономический анализ экологических конфликтов в Российской Федерации // *Общество и экономика*, 8, 68–85.

References

Barry, B., (1999). Sustainability and Intergenerational Justice. In Andrew Dobson (ed.), *Fairness and Futurity*, New York: Oxford University Press, 93–117.

Bobylev, S.N. (2019). Novye modeli jekonomiki i indikatory ustojchivogo razvitija. [New economic models and indicators of sustainable development]. In *Jekonomicheskoe vozrozhdenie Rossii* [*Economic revival of Russia*], 3(61), 23–29.

Demchuk, A.L. (2020) Politicheskie aspekty upravlenija mezhdunarodnymi jekologicheskimi konfliktami [Political Aspects of International Environmental Conflict]. In *Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo universiteta. Filosofija. Sociologija. Politologija* [*Management Bulletin of Tomsk State University. Philosophy. Sociology. Political science*], 55, 240–248.

European Commission. *A European Green Deal* (2019). Available at: https://ec.europa.eu/info/sites/default/files/european-green-deal-communication_en.pdf (accessed 15 May 2021).

- Homer Dixon, T.F., (1994). Environmental Scarcities and Violent Conflict. In *International Security*, 19(1), 5–40.
- Internationalinvestment.net*. UBS cuts funding for new Arctic offshore oil projects (2020). Available at: <https://www.internationalinvestment.net/news/4012779/ubs-cuts-funding-arctic-offshore-oil-projects> (accessed 15 May 2021).
- Khovavko, I. Yu. (2016). Jekonomicheskij analiz jekologicheskikh konfliktov v Rossijskoj Federacii [Economic analysis of environmental conflicts in the Russian Federation]. In *Obshchestvo i jekonomika* [Society and economy], 8, 68–85.
- Le Billon, P. (2012). *Wars of Plunder: Conflicts, Profits and the Politics of Resources*. New York: Columbia University Press, 363 p.
- Libiszewski, St. (1992). What is an Environmental Conflict? In *CSS Environment and Conflicts Project Center for Security Studies (CSS)*. 15 p. Available at: https://www.files.ethz.ch/isn/236/doc_238_290_en.pdf
- Martinez-Alier, J., Kallis, G., Veuthey, S., Walter, M., Temper, L. (2010). «Social metabolism, ecological distribution conflicts, and valuation languages». In *Ecological Economics*, 70(2), 153–158. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2010.09.024>
- Martinez-Alier, J. (2004). Ecological Distribution Conflicts and Indicators of Sustainability. In *International Journal of Political Economy*, 34(1), 13–30.
- Martinez-Alier, J. (2007). Identity and Power in Ecological Conflicts. In *International Journal of Transdisciplinary Research*, 2(1), 17–41.
- Mason, S., Spillmann, K. (2005). Environmental Conflicts and Regional Conflict Management. In *Welfare Economics and Sustainable Development*, 2, 1–11. Available at: <https://www.eolss.net/SampleChapters/C13/E1-21-04-05.pdf>
- Mylina, M.M. (2014) Teoretiko-metodologicheskie osnovy issledovanija jekologicheskikh konfliktov kak social'noj kategorii [Theoretical and methodological foundations for the study of environmental conflicts as a social category]. In *Istoricheskaja i social'no-obrazovatel'naja mysl'* [Historical and socio-educational thought], 6(2, 2), 258–261.
- Sabadash, V. (2010). *Resursnaja politika i jekonomika prirodnopol'zovanija: teorija i metodologija jekologicheskikh konfliktov*. *Jekologicheskie konflikty v sovremennoj sisteme prirodnopol'zovanija, pod red. Bobyleva S.N. i Sabadash V.V., Sumy, Universitetskaja kniga* [Resource policy and economics of environmental management: theory and methodology of environmental conflicts. Environmental conflicts in the modern system of environmental management, ed. Bobylev S.N. and V.V. Sabadash, Sumy, University Book], 352 p.
- Scheidel, A., Del Bene, D., Liu, J., Navas, G., Mingorría, S., Demaria, F., Avila, S., Roy, B., Ertör, I., Temper, L., Martinez-Alier, J. (2020). Environmental conflicts and defenders: A global overview. In *Global Environmental Change*, 63, 102–104.
- Shlomi, Dinar (2011). *Beyond Resource Wars. Scarcity Environmental Degradation and International Cooperation*. Edited by Shlomi Dinar. The MIT Press, Cambridge, Massachusetts, London, England, 338 p.
- Sustainable banking and our climate change strategy*. Available at: <https://personal.rbs.co.uk/personal/banking-with-royal-bank-of-scotland/sustainable-banking.html> (accessed 15 May 2021).
- Tereshina, M.V. (2009). Jekologo-jekonomicheskie konflikty v kontekste nacional'noj bezopasnosti [Environmental and economic conflicts in the context of national security]. In *Nacional'nye interesy: priority i bezopasnost': nauchno-prakticheskij i teoreticheskij zhurnal* [National interests: priorities and security: scientific-practical and theoretical journal], 38, 40–47.
- The World Business Council for Sustainable Development. Guide to Corporate Ecosystem Valuation* (2011). Available at: <https://www.wbcsd.org/Programs/Redefining-Value/Business-Decision-Making/Assess-and-Manage-Performance/Resources/Guide-to-Corporate-Ecosystem-Valuation> (accessed 15 May 2021).
- UN. Paris Agreement on climate change* (2015). Available at: <https://www.un.org/sustainabledevelopment/climate-action/> (accessed 15 May 2021).

UN. *General Assembly. The future we want (A/RES/66/288)* (2012). Available at: https://www.un.org/en/development/desa/population/migration/generalassembly/docs/globalcompact/A_RES_66_288.pdf (accessed 15 May 2021).

UN. *General Assembly. Transforming our world: The 2030 agenda for sustainable development (A/RES/70/1)* (2015). Available at: https://www.un.org/en/development/desa/population/migration/generalassembly/docs/globalcompact/A_RES_70_1_E.pdf (accessed 15 May 2021).

UN *Principles for Responsible Investment. Annual Report 2020* (2020). Available at: <https://www.unpri.org/pri/about-the-pri/annual-report> (accessed 15 May 2021).

World Bank Group. *Russia Green Finance: Unlocking Opportunities for Green Investments* (2018). Available at: <https://www.worldbank.org/en/country/russia/publication/russia-unlocking-opportunities-for-green-investments> (accessed 15 May 2021).

World Economic Forum. *The Global Risk Report 2020. 15th Edition* (2020). Available at: <https://www.weforum.org/reports/the-global-risks-report-2020> (accessed 15 May 2021).

World Economic Forum. *The Global Risk Report 2021. 16th Edition* (2021). Available at: <https://www.weforum.org/reports/the-global-risks-report-2021> (accessed 15 May 2021).

DOI: 10.17516/1997–1370–0776
УДК 338.45.01.001.76:330.35

Innovative Potential of Industry and Productive Power of Science as the Factors of Economic Growth

Lyudmila N. Perepechko^{*a} and Miron A. Yagolnitser^b

*^aKutateladze Institute of Thermophysics of the SB RAS
Novosibirsk, Russian Federation*

*^bInstitute of Economics and Industrial Engineering of Siberian Branch
of the Russian Academy of Sciences
Novosibirsk, Russian Federation*

Received 21.05.2021, received in revised form 15.06.2021, accepted 01.07.2021

Abstract. The relationship of indicators of intellectual property (IP) with indices characterizing the effectiveness of the national innovation system and the state of its subjects – science and industry – has been identified and justified based on the analysis of statistical data for 40 countries, selected by the share of high-tech products in the export. Two factors have been identified: the first factor is related to industry and can be called «innovative industrial potential». The second factor is related to GDP, protection of IP abroad, funding of science and IP revenues. It can be conditionally attributed to the productive power of science. The number of research personnel also correlates with these indicators. This study confirms the inextricable relationship between the indices of the innovative state of science and industry, whose characteristics include R&D funding, export of high-tech products, IP, and production of metalworking equipment.

Keywords: intellectual property, patent statistics, commercialization of innovations, indicators of innovative development, statistical analysis.

The article was prepared within the framework of the state assignment for project 5.6.1.5. (0260–2021–0002) «Integration and interaction of mesoeconomic systems and markets in Russia and its eastern regions: methodology, analysis, forecasting».

Research area: economics.

Citation: Perepechko, L.N., Yagolnitser, M.A. (2021). Innovative potential of industry and productive power of science as the factors of economic growth. J. Sib. Fed. Univ. Humanit. Soc. Sci., 14(7), 966–977. DOI: 10.17516/1997–1370–0776.

Инновационный потенциал промышленности и производительная сила науки как факторы экономического роста

Л.Н. Перепечко^а, М.А. Ягольницер^б

^аИнститут теплофизики им. С. С. Кутателадзе СО РАН

Российская Федерация, Новосибирск

^бИнститут экономики и организации

промышленного производства СО РАН

Российская Федерация, Новосибирск

Аннотация. На основе анализа статистических данных 40 стран, отобранных по доле в экспорте высокотехнологичной продукции, выявлена и обоснована связь показателей по интеллектуальной собственности (ИС) с индексами, характеризующими эффективность работы национальной инновационной системы и состояние ее субъектов – науки и промышленности. Выявлено два фактора: первый связан с промышленностью и может быть назван «инновационный промышленный потенциал»; второй связан с ВВП, защитой ИС за рубежом, финансированием науки и доходами от ИС. Его можно условно отнести к «производительной силе науки». С этими показателями коррелирует также численность исследовательского персонала. Данное исследование подтверждает неразрывную связь индексов инновационного состояния науки и промышленности, среди показателей которых финансирование НИОКР, экспорт высокотехнологичной продукции, ИС и производство металлообрабатывающего оборудования.

Ключевые слова: интеллектуальная собственность, патентная статистика, коммерциализация инноваций, измерители инновационного развития, статистический анализ.

Статья подготовлена в рамках государственного задания по проекту 5.6.1.5 (0260–2021–0002) «Интеграция и взаимодействие мезоэкономических систем и рынков в России и ее восточных регионах: методология, анализ, прогнозирование».

Научная специальность: 08.00.00 – экономические науки.

Introduction

Over the past half century, a key factor in the development of economic systems has been presented by innovations, which have determined the qualitative changes in interaction of science, business, and state. In the post-industrial economy, these main subjects of the national innovation system (NIS) – the state, science, and business – become closer and their functions intersect; and according to the triple helix model, representatives of science occupy a dominant position in the system of innovative development (Etzkowitz, 2008; Leydesdorff, 2005).

In innovative economy, science acquires the features of productive power; universities carry out applied research, create engineering centers and small innovative enterprises, and receive income from the transfer of knowledge and intellectual property rights to industry. Business creates scientific departments and finance research, receives income from the high-tech productions.

Thus, accelerated commercialization of innovations takes place, and rapidly developing and highly profitable market of intellectual property (IP), production and export of high-tech

products (hi-tech) are the results of this process. Accordingly, there should be a link between high-tech export performance and IP market.

Therefore, the successful commercialization of inventions and new technologies requires the close level of «innovative development» of industry and science.

Is it possible to measure the level of innovative development of industry and science?

Systems for measuring the innovative development of industry and science

Currently, in literature and economic theory there are a significant number of methods for assessing innovative development, primarily on the basis of global innovation indices (The Global Innovation Index, 2012) and intellectual property¹, but is it possible to distinguish the factors related to industry and science among them?

Intellectual property of the country (i. e., IP owned by the residents, individuals, and legal entities) is associated with all subjects of NIS and their state: the level of high-tech industry development, the level of human capital development, legislative and monetary policy of the country, funding of research and even with national characteristics of economy (Chulok, 2006; Acs, Audretsch, 1989; WIPO website, Global Innovation Index, 2012). Indices related to IP are included in all official statistical statements characterizing the level of economy, science, industry, and labor resources development.

The index associated with intellectual property, its types and dynamics is objective and accurate. Information on IP, patent applications and patents in each country, which is a member of the World Intellectual Property Organization (WIPO) is reliable, open, accessible, and uniform. A patent is an open document containing information about the authors, right holders, territory of protection, filing date, technical field of invention, its analogues, and application text.

The generally accepted clause in foreign sources is that patent statistics provides the measurement of innovative activities (Acs, Audretsch, 1989). The number of patents obtained almost directly depends on the volume of investments in R&D of industrial enterprises

(Griliches, 1990). Such dependence allows us to reasonably speak about a certain objective indicator of the technological level of a company or even a country, which correlates very well with R&D expenses and the number of patents owned by the company (state).

A comparison of patent indicators and indicators of R&D costs can serve as one of the indicators of the economic efficiency of the latter (Belousova, 2016).

An analysis based on the number of patents yields the results that coincide with other more or less direct dimensions of innovation (European Commission, 2007; European Commission, 2005) by the European Commission, which makes it possible to consider the growth rate of patents as an effective indicator of changes in innovative dominance. In addition, the use of data from WIPO, the European Patent Office and national patent offices for comparative analysis has become common practice both in political documents [9, 10] of the EU and in academic studies (Smith, 2004; Fagerberg, Feldman, Srholec, 2011).

The data on applications for inventions and the number of patents for inventions are most widely used in economic studies.

The number of patents is one of the components of «technological capital» (Fagerberg, Feldman, Srholec, 2011; Innovation: a Europe–United States...) and is used to compare technological capabilities and development of the USA and Europe: two world regions that have comparable political weight. To assess technological potential and innovation in general, it is proposed to use investments in R&D and other indicators related to knowledge dissemination and use. Based on factor analysis, J. Fagerberg has substantiated the relationship of such indicators as the number of scientific papers, international patents, and business investment in R&D, suggesting the presence of a certain factor, which he called «technological capital» (Fagerberg, Feldman, Srholec, 2011). At that, state investments in R&D practically do not correlate with the above indicators.

The indicators of the effectiveness of IP commercialization are the rating ones for the universities (for example, the rating agency CWUR draws attention to the number of inter-

national patent applications made on behalf of the university).

On the other hand, the total number of patents for inventions is an important indicator, but it cannot be the only measure of innovation (Smith, 2004). Patenting is used in some technological fields (chemistry, biotechnology) more widely than in others. Many inventors protect the inventions which will never enter the market with patents; on the other hand, many innovations that have entered the market are not patented. Therefore, although patents provide complete information on certain issues of technological activity, it is necessary to use other IP indicators to assess the level of economic development.

Choice of indicators

To justify the choice of IP indicators, we have analyzed the relationship between IP data and the stages of innovation commercialization. While inventions may appear in universities and research institutes, other objects of industrial property, such as trademarks and industrial designs, are protected primarily by industrial enterprises. The stages of innovation commercialization are related to the characteristics of the resulting IP and right holders in the following manner (Table 1):

at the stage of fundamental and exploratory research, IP is protected in the form of know-how or invention, the right holder is a university (research institute);

in applied works, inventions are protected, the right holders are R&D executors, industrial enterprises;

at the stage of export, inventions are also protected abroad.

Other objects of industrial property (industrial designs and trademarks) appear at mass production, and expansion of the territory of their protection indicates an access to the international markets.

Receipts from mass production and export are used to finance new R&D: this is how the «flywheel of innovation» spins.

In addition, depending on the type of R&D, the number of inventions related to one innovation is growing; with expansion of production, the number of trademarks (TM) and industrial designs is growing, and the cost of intellectual property items is increasing (a Pro-Licensing Era?).

This ratio of commercialization stages and IP characteristics allows using the IP structure as an indicator of the state of research at each stage, characteristic of the innovative level of NIS subjects, and intensity of their interaction (Table 1).

Table 1. The scheme of a change in the structure and characteristics of intellectual property at various stages of commercialization of innovations in the post-industrial structure

	I	II	III	IV	V	VI
Innovation stage	Research, basic (oriented) research	Research, applied research	Development	Pilot batch	Mass production	Export
Type of IP	Know-how, invention	Invention	Invention	Invention	TM, industrial designs	Invention, industrial designs, TM
Territory of protection	National	National	National	National, abroad	National, abroad	National, abroad
Right holders	Research institutes, universities, state	Research institutes, universities, business	Business	Business	Business	Business
Funding	State	State and business	Business and state	Business	Business	Business

Compiled by the authors.

Inventions are the basis for the creation of innovations, as well as creation of trademarks (TM) and industrial designs, accompanying the process of commercialization which characterizes intensity of this process. Significant material and human resources are required to create an invention, and TM and industrial designs practically do not bear the material or intellectual costs for their creation.

Therefore, inventions, trademarks and industrial designs can be a characteristic of the level of development of all NIS elements: science, industry, education, society (human capital), institutions, and infrastructure.

In addition to the IP data, it is possible to evaluate **the innovative state of science** by the number of researchers and funding by business.

How to evaluate the innovative state of industry? The main criterion for developed high-tech industry is the export of products with a high share of added value.

As it was shown in (Perepechko, 2014; WIPO website), the production of metalworking equipment, or machine-tool construction is an important indicator of industrial and high-tech development. Occupying only a few percent of the share of manufactured goods, machine-tool construction is fundamental to the development of all industries. It provides the main production base, which includes production facilities, qualified personnel, and industrial culture (Heinrich, 2001). Machine-tool industry determines the scientific and technological progress in the modern world, it is capital intensive, and requires the use of highly qualified labor resources; therefore it is localized mainly in industrially advanced countries. Machine-tool construction data are also reliable, as there are analytical reviews of machine-tool companies, for instance, Gardner Business Media, Inc.¹ publishes annual reviews on machine-tool construction.

Therefore, **to assess the innovative potential of industry**, it is proposed to add an indicator related to production and export of metalworking equipment. Metalworking equipment (MWE) is one of the important components of high-tech export: its production, export and import can also characterize the innovative development of industry. According to Gardner

Business Media, Inc, any significant export of high-tech products, production of MWE and IP ownership are carried out by 3–4 dozen of countries. The same countries implement export and import of MWE.

The leaders in MWE production in 2015 were China, Japan, Germany and the USA. The remaining countries produce less than a half of the total MWE. In BRIC countries, MWE import prevails over its export. The indicators of MWE production and export can be a characteristic of the state of high-tech industry and can be related to the IP market. Further, this was confirmed by a strong correlation between the production of MWE, high-tech export, and IP data (Table 2).

Forty countries were selected to check the hypothesis concerning the relationship between innovative indicators of industry and science, and IP indices. They were selected according to one criterion: high-tech export. This criterion was chosen because it completes the process of commercialization and is a measure of innovation success.

If countries are ranked by the share in the export of high-tech manufacturing sector (high-tech), then it turns out that 40 first countries export almost 100 percent of the world high-tech products (Yagolnitser, Perepechko, 2017; Chulok, 2006).

This number includes the same countries as the countries that produce, export, and import metalworking equipment and possess IP. Further, for these 40 countries, according to Appendix A, the pair correlation coefficients (Pearson) are calculated.

Results

The indicators used in this study, 13 in total:

- GDP;
- export of high-tech products;
- the number of resident applications for inventions to the National Patent Office (NPO);
- the number of resident applications for inventions filed abroad;
- the number of resident applications for industrial designs to NPO;
- the number of resident applications for industrial designs filed abroad;

the number of resident applications for TM to NPO;

the number of resident applications for TM filed abroad;

total funding of science;

funding of science by business;

production of metalworking equipment;

receipt from IP;

payments for IP.

The obtained correlation coefficients are presented in Table 2.

Then the factor analysis was performed, and two factors were identified. The first is related to industry and may be called «innovative industrial potential», the second is related to GDP, IP protection abroad, science funding and IP receipt. It can be conditionally attributed to scientific business: the productive power of science. Factor loads are given in Table 3.

Thus, the data on the IP objects can be indicators of the innovative level of industry: these are the data on inventions, TM, industrial designs of the National Patent Office (NPO),

Table 2. Correlation coefficients between indicators of innovative level of science and industry according to the data for 2016*

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
<i>Export of high-tech products</i>	1.00												
<i>Applications for inventions to NPO</i>	0.91	1.00											
<i>Applications for inventions filed abroad</i>	0.46	0.40	1.00										
<i>Applications for TM to NPO</i>	0.87	0.97	0.17	1.00									
<i>Applications for TM filed abroad</i>	0.57	0.39	0.66	0.30	1.00								
<i>Applications for industrial designs to NPO</i>	0.88	0.96	0.17	0.99	0.33	1.00							
<i>Applications for industrial designs filed abroad</i>	0.56	0.39	0.68	0.29	0.96	0.32	1.00						
<i>GDP</i>	0.66	0.67	0.79	0.54	0.71	0.50	0.66	1.00					
<i>Science expenses</i>	0.61	0.60	0.86	0.44	0.71	0.41	0.67	0.98	1.00				
<i>MWE production</i>	0.86	0.85	0.59	0.76	0.58	0.80	0.62	0.60	0.57	1.00			
<i>Science funding by business</i>	0.66	0.67	0.86	0.50	0.69	0.48	0.66	0.98	0.99	0.64	1.00		
<i>Payments for IP</i>	0.36	0.28	0.46	0.20	0.38	0.18	0.34	0.47	0.49	0.26	0.48	1.00	
<i>Receipt from IP</i>	0.27	0.21	0.85	0.02	0.64	0.01	0.59	0.80	0.86	0.24	0.83	0.57	1.00

Calculated by the authors based on data of the World Bank, WIPO, UNESCO and Gardner Business Media.

*Note: the following notations are accepted here:

1. – Export of high-tech products in US dollars;
2. – Number of applications for inventions to NPO, it.;
3. – Number of applications for inventions filed abroad, it.;
4. – Number of applications for TM to NPO, it.;
5. – Number of applications for TM filed abroad, it.;
6. – Number of applications for industrial designs to NPO;
7. – Number of applications for industrial designs filed abroad;
8. – GDP in US dollars;
9. – Science expenses – by all sources, in US dollars;
10. – Production of metalworking equipment (MWE) – in millions of US dollars, in 2015;
11. – Science funding by business in US dollars;
12. – Payments for IP – in US dollars;
13. – Receipt from IP – in US dollars.

Table 3. Results of factor analysis by 40 countries and 13 indicators

	Factor 1	Factor 2
<i>Export of high-tech products</i>	0.877	0.378
<i>Applications for inventions to NPO</i>	0.943	0.278
<i>Applications for inventions filed abroad</i>	0.135	0.910
<i>Applications for TM to NPO</i>	0.979	0.087
<i>Applications for TM filed abroad</i>	0.273	0.788
<i>Applications for industrial designs to NPO</i>	0.990	0.072
<i>Applications for industrial designs filed abroad</i>	0.281	0.757
<i>GDP</i>	0.432	0.846
<i>Science expenses</i>	0.340	0.899
<i>MWE production</i>	0.809	0.400
<i>Science funding by business</i>	0.414	0.870
<i>Payments for IP</i>	0.111	0.575
<i>Receipt from IP</i>	-0.098	0.957
<i>Number of observations</i>	40	40

Calculated by the authors.

high-tech exports, and MWE production. The R&D expenses are related to the protection of IP abroad, receipts from IP, and GDP.

As it follows from Table 1, the number of IP objects should be associated with production and export of high-tech products. Indeed, applications for IP objects are in good correlation with the export of high-tech products (Table 2).

As for the relationship between science funding and the number of applications for inventions in the NPO, the correlation coefficient is not very high and is equal to 0.6. Even a weaker dependence of science funding (full funding from all sources) on the number of inventions in the NPO for a separate sample of countries is noted in (Arkhipova, Karpov, 2014). But IP protection abroad is highly correlated with GDP, R&D expenses, and science funding by business.

Receipts from IP correlate with R&D expenses (World Bank data of 2016, in dollars), the correlation coefficient is 0.86.

Production of metalworking equipment (MWE) is associated with the export of high-tech products and applications for all IP objects of residents to the NPO.

In addition to the above indicators, a correlation analysis was performed on patents for inventions obtained in 2016 by the residents in the NPO for information and communication technologies (according to WIPO¹), these are technologies from number 2 to number 8 in the WIPO classification, and according to the number of researchers.

There is a strong correlation between the patents in the field of information and communications technology (ICT), the total number of applications to the NPO and applications filed abroad, the costs of R&D, and receipt from IP (Table 4).

The number of research staff per 1 million people is highly correlated with R&D funding as a share of GDP (with a correlation coefficient of **0.89**). The absolute number of research staff correlates with other indicators of the «innovative potential of industry» (Table 5).

This study confirms the inextricable link between indicators of innovative development, namely, the export of high-tech products, IP and industrial production of metalworking equipment.

IP data also correlate with value added in industry (Fig. 1 and 2.)

Table 4. Correlation coefficients between patents in the field of ICT, R&D funding and receipts from IP

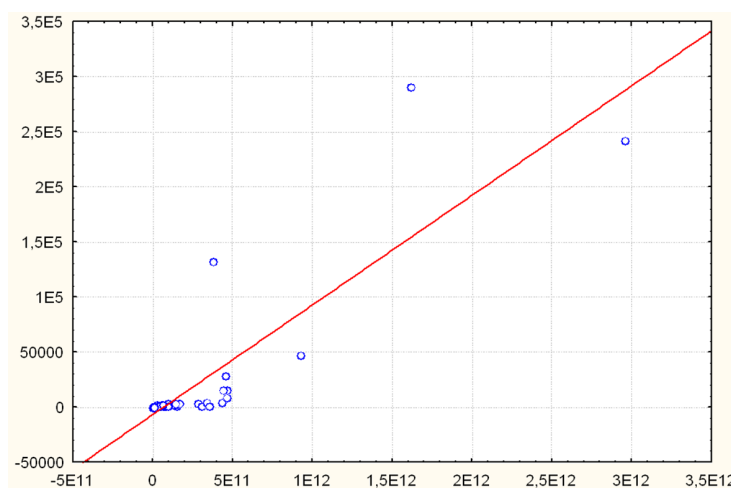
	<i>Export of high-tech products</i>	<i>Applications for inventions to NPO</i>	<i>Applications for inventions filed abroad</i>	<i>Applications for TM to NPO</i>	<i>Applications for TM filed abroad</i>	<i>Applications for industrial designs to NPO</i>	<i>Applications for industrial designs filed abroad</i>	<i>Science expenses</i>	<i>MWE production, 2015</i>	<i>Science funding by business</i>	<i>Receipt from IP</i>
ICT patents	0.68	0.75	0.83	0.58	0.55	0.56	0.54	0.94	0.68	0.97	0.74

Calculated by the authors based on the data of the World Bank, WIPO, UNESCO, and Gardner Business Media.

Table 5. Correlation coefficients between the number of research staff and indicators on IP, high-tech export and MWE production in 2016

	<i>Export of high-tech products</i>	<i>Number of applications for inventions to NPO</i>	<i>Number of applications for TM to NPO</i>	<i>Number of applications for industrial designs to NPO</i>	<i>Science expenses</i>	<i>MWE production</i>	<i>ICT patents</i>
Research staff	0.83	0.87	0.76	0.74	0.88	0.78	0.92

Calculated by the authors based on data of the World Bank, WIPO, UNESCO and Gardner Business Media.



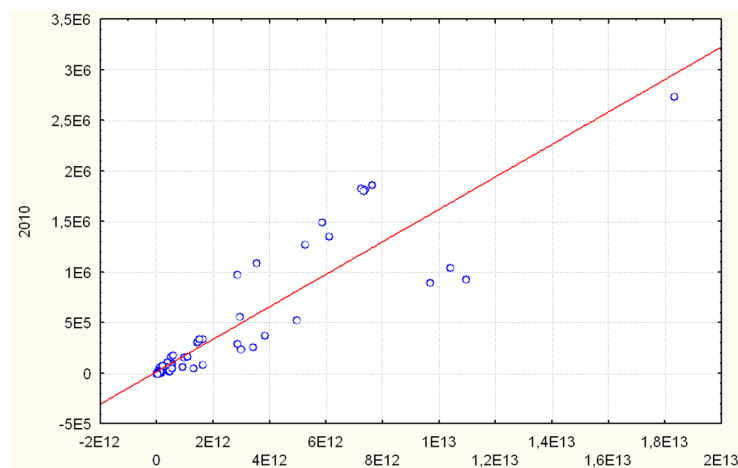
Calculated by the authors based on data of the World Bank and WIPO.

Fig. 1. Correlation between the value added in industry and applications of residents for inventions to the NPO in 2010

The correlation coefficient between the value added in industry and applications of residents for inventions to the NPO in 44 «innovatively advanced» countries that are at the top of the list by the share of high-tech export in 2010 is **0.86** (Fig. 1). The correlation coefficient for the value added in industry and resident's appli-

cations for TM for all countries in 2010 is **0.91** (Fig. 2).

If we analyze which indicators are the cause, and which are the consequence, then it is obvious that ***the growth of industrial production causes an increase in applications for TM, industrial designs, and not vice versa.***



Calculated by the authors based on data of the World Bank and WIPO.

Fig. 2. Correlation between the value added in industry and applications of residents for trademarks to the NPO in 2010

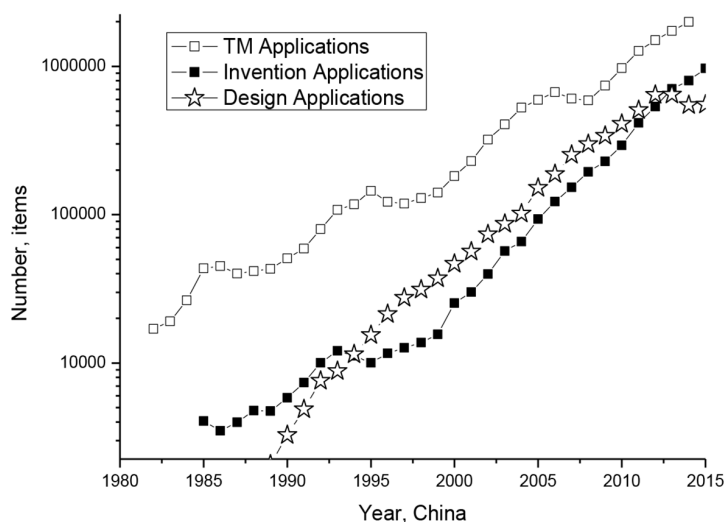


Fig. 3. Dynamics of protection of IP objects in China (residents to the NPO). According to WIPO
– applications for TM; – applications for inventions; – applications for industrial designs
Number, items / Year, China.

As for the relationship between inventions and industrial production, here the causal relation is not so obvious. What is primary? Whether the impact of innovation leads to an increase in industrial production (TM), or the developing industry (TM) stimulates science and innovation?

Let us consider the diagrams of TM and invention protection in the countries where the tran-

sition to an innovative structure took place in a few decades: China, South Korea, and Japan (Fig. 3–5).

Using the example of China, it is easy to track that at the beginning of the innovation spurt, there is an increase in TM associated with the development of industry, which stimulates the financing of scientific research and the growth of applications for inventions and industrial designs (Fig. 3).

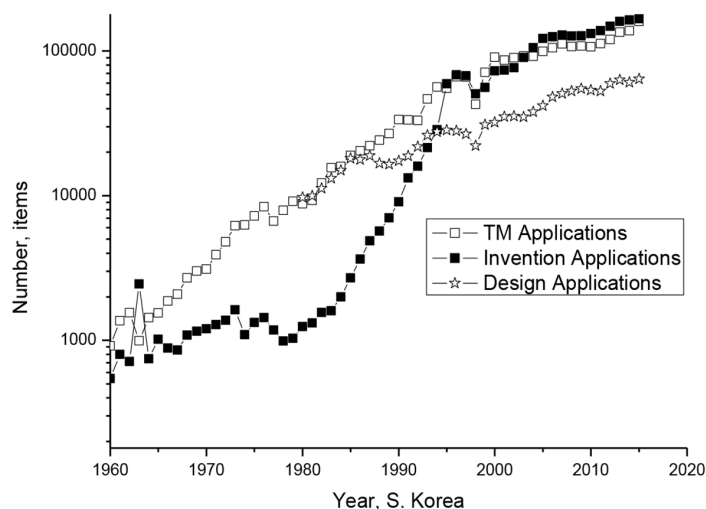


Fig. 4. Dynamics of protection of IP objects in South Korea (residents to the NPO). According to WIPO
 – Trademarks; – Inventions; – Industrial designs
 Number, items / Year, S. Korea.

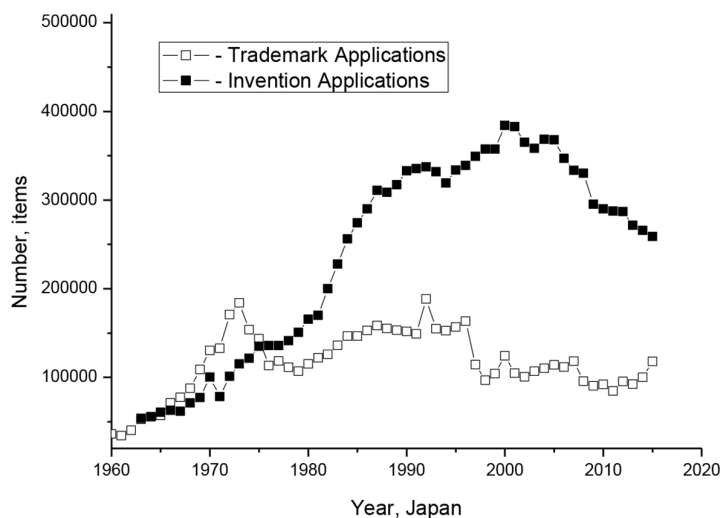


Fig. 5. Dynamics of protection of IP objects in Japan. According to WIPO
 – Trademarks; – Inventions;
 Number, items / Year, Japan.

In China, Japan and South Korea, this trend is repeated: at first there was an increase in TM, and then there was an increase in inventions (Fig. 3–5).

Thus, the dynamics of TM protection within the country and abroad can be an indicator of the development of industrial production. Accordingly, among the indicators on IP,

the resident applications for TM are important because they are associated with the development of industry.

Conclusions

The relationship of IP indicators with indices characterizing the effectiveness of the national innovation system and the state of its

subjects (science and industry) has been identified and statistically justified based on the correlation analysis of statistical data for 40 countries, selected by the share of high-tech products in export, taking into account the patterns of evolution of the characteristics of industrial property (IP) objects in the process of commercialization, in addition to the Global Innovation Indices and other systems for measuring innovative potential.

Export of high-tech products is an indicator of NIS performance and is in a fairly strong correlation with the number of resident applications for inventions, trademarks and industrial designs.

In this work, the data on production and export of metalworking equipment are examined as the state indicators for the high-tech industry. A strong correlation between the MWE production, high-tech exports, and IP data was found.

To assess the innovative potential of industry, it is proposed to take into account the indicator associated with production and export of metalworking equipment.

Two factors were identified using a statistical analysis. The first is related to indus-

try and can be called «**innovative industrial potential**»: export of high-tech products, resident applications for inventions, TM, industrial designs to the National Patent Offices, and production of metalworking equipment. The second is related to GDP, IP protection abroad, science funding, and receipts from IP. It can be conditionally attributed to the scientific business: the productive power of science. The number of research staff also correlates with these indicators.

This study confirms the inextricable link between the indicators of innovative development, namely, the state of science and industry, including R&D funding, export of high-tech products, IP and MWE production.

Thus, the data on IP objects can be indicators of the innovative level of industry: these are the data on inventions, TM, and industrial designs in the NPO, which, along with high-tech export and MWE production, characterize the «innovative potential of industry». The productive power of science is associated with R&D expenses, IP protection abroad, and receipts from IP.

References

- Acs, Z., Audretsch, D.B. (1989). Patents as a Measure of Innovative Activities. In *Kyklos*, 42, 171–181.
- Arkipova, M. Yu., Karpov, E.S. (2014). Statistical Analysis and Forecasting of Indicators of Patent Activity in Russia and A Number of Developed Countries. In *Voprosy Statistiki*, 6, 66–71.
- Belousova, E.A. (2016). Financing and Efficiency of Research and Development in the Countries of European Union. In *Economic Sciences. World Economy*, 1(134), 163–169.
- Chulok, A.A. (2006). Intellectual Property Rights Protection in Russia and Abroad: Measurement Problems and International Comparisons. In *Russian Management Journal*, 4 (2), 49–70.
- Crescenzi, R., Rodríguez-Pose, A., Storper, M. (2007). The Territorial Dynamics of Innovation: a Europe–United States Comparative Analysis. In *Journal of Economic Geography*, 7 (6), 673–709.
- Etzkowitz, H. (2008). *The Triple Helix: University-Industry-Government Innovation in Action*. Routledge, 180 p.
- European Commission. *Commission Staff Working Document* (2007). Accompanying the Green Paper ‘The European Research Area: New Perspectives’ COM, 161, Brussels.
- European Commission. *Towards a European Research Area: Science, Technology and Innovation, Key Figures* (2005). Luxembourg, Office for Official Publications of the European Communities.
- Fagerberg, J., Feldman, M., Srholec, M. (2011). *Technological Dynamics and Social Capability: Comparing U.S. States and European Nations*. Paper no. 2011/11. Centre for Innovation, Research and Competence in the Learning Economy (CIRCLE), Lund University P.O. Available at: <http://www.circle.lu.se/publications>. ISSN1654–3149.
- Granstrand, O. (2004). The Economics and Management of Technology Trade: towards a Pro-Licensing Era? In *Int. J. Technology Management*, 27 (2/3), 209–240.

Griliches, Z. (1990). Patent Statistics as Economic Indicators: A Survey. In *Journal of Economic Literature*, XXVIII, 1661–1707.

Heinrich A. (2001). *The Recent History of The Machine Tool Industry and The Effects of Technological Change*. 2001–14. University of Munich, Institute for Innovation Research and Technology Management.

Leydesdorff, L. (2005). *The Triple Helix Model and the Study of Knowledge-based Innovation Systems*. University of Amsterdam. Available at: <https://arxiv.org/ftp/arxiv/papers/0911/0911.4291.pdf>

Perepechko, L.N. (2014). Machine Tool Industry, Intellectual Property, and Gross Domestic Product. In *Journal of World Economic Research*, 3 (3), 21–24.

Smith, K. (2004). Measuring Innovation. In *Fagerberg, J., Mowery, D. and R. R. Nelson (eds), The Oxford Handbook of Innovation*, Oxford, Oxford University Press.

The Global Innovation Index: Stronger Innovation Linkages for Global Growth (2012). Soumitra Dutta, INSEAD – Editor, WIPO.

WIPO website. Available at: https://www.wipo.int/edocs/pubdocs/en/wipo_pub_958_3.pdf

Yagolnitser, M., Perepechko, L. (2017). Innovative Development and Economic Growth. In *Journal of Advanced Research in Law and Economics*, 8 (1), 261–266.

DOI: 10.17516/1997–1370–0777
УДК 332.1; 338.2

Resource Industries of the Far East: Manifestations of the Current Crisis and Their Fundamental Causes

Natalia E. Antonova and Natalia V. Lomakina*

*Economic Research Institute of FEB RAS
Khabarovsk, Russian Federation*

Received 25.05.2021, received in revised form 15.06.2021, accepted 29.06.2021

Abstract. The article focuses on the manifestations of the modern «pandemic» crisis in the key resource industries (mineral resources and forest complexes) of the Far Eastern macroregion. The features of the crisis dynamics of production are shown depending on the predominance of some types of natural resources in the structure of the regional economy, their connection with Russian and world markets, the character of the impact of market factors. The influence of external shocks and national institutional imperatives on the change in the parameters of different branches of the natural resource sector has been investigated. There were found new crisis manifestations associated with the peculiarities of staff formation in the resource sector («shift workers factor»), their consequences for the regional economy and raw materials companies, the need to update the relevant scientific and methodological assessments and management decisions. It was revealed that with all the novelty and multidirectionality of manifestations of the crisis in 2020, the key characteristics of the situation are determined by the traditional set of fundamental reasons that define the development of a region with a resource specialization both in crisis and recovery periods.

Keywords: economic crises, external shocks, resource industries, mineral resources and forest complexes, production dynamics, structural problems, institutional shocks, Far Eastern Federal District.

Research area: economics.

Citation: Antonova, N.E., Lomakina, N.V. (2021). Resource industries of the Far East: manifestations of the current crisis and their fundamental causes. J. Sib. Fed. Univ. Humanit. Soc. Sci., 14(7), 978–986. DOI: 10.17516/1997–1370–0777.

Ресурсные отрасли Дальнего Востока: проявления современного кризиса и их фундаментальные причины

Н.Е. Антонова, Н.В. Ломакина

*Институт экономических исследований ДВО РАН
Российская Федерация, Хабаровск*

Аннотация. Исследованы проявления современного «пандемийного» кризиса в ключевых ресурсных отраслях (минерально-сырьевой и лесной комплексы) Дальневосточного макрорегиона. Показаны особенности кризисной динамики производства в зависимости от преобладания отдельных видов природных ресурсов в структуре региональной экономики, связанности их с внутренним и мировым рынком, характера воздействия рыночных факторов. Исследовано влияние внешних шоков и национальных институциональных императивов на изменение параметров отраслей природно-ресурсного сектора. Показаны новые кризисные проявления, связанные с особенностями формирования персонала в ресурсном секторе («фактор вахтовиков»), их последствия для региональной экономики и сырьевых компаний, необходимость актуализации соответствующих научно-методических оценок и управленческих решений. Выявлено, что при всей новизне и разнонаправленности отдельных проявлений «пандемийного» кризиса 2020 г. ключевые характеристики ситуации определяются традиционным набором фундаментальных причин, определяющих характер развития региона с сырьевой специализацией как в кризисные, так и в восстановительные периоды.

Ключевые слова: экономические кризисы, внешние шоки, ресурсные отрасли, минерально-сырьевой комплекс, лесной комплекс, динамика производства, структурные проблемы, институциональные шоки, Дальневосточный федеральный округ.

Научная специальность: 08.00.00 – экономические науки.

Introduction

Despite the fact that by 2020 the forecasts of experts about the approaching of the next large-scale crisis had already «walked around the world», in the reality the reasons, the speed of its start and the forms of its manifestation turned out to be extremely unexpected. The economic crisis of 2020 is global in nature: with the spread of the pandemic there began a large-scale drop in demand, a forced halt of economic activity with a reduction in the income of both business and the population.

The same processes were taking place in Russia, whose economy found itself under the simultaneous impact of two external shocks: 1) deterioration of foreign trade conditions due

to the fall in oil prices; 2) a sharp decline in economic activity due to restrictions associated with containing the spread of the pandemic. It is known that the characteristics of the subsequent equilibrium state of the system are strongly influenced by the path dependence effect (Puffert, 2003). The trend of «extinction» of economic growth preceding the crisis in 2020 led to the fact that the Russian economy approached the «pandemic» crisis in a state of «recovery stagnation» (Minakir, 2020a).

The causes and consequences of modern crises, the directions of their impact on the Russian economy (Aganbegian, 2016; Minakir, 2016; Chereshev, Tatarkin, Fedorov, 2012), individual industries and regions (Malkina, 2018;

Mikheeva, 2019) are studied by many scientists, including corresponding assessments for the current «pandemic» crisis (Aganbegian et al., 2021; Kravchenko, Iusupova, 2020; Minakir, 2020b).

The consequences of the crisis in a particular region depend on the structure of its economy and the degree of connection with the global economy. Certain features of the manifestations and consequences of crises in resource industries and regions (countries) in whose economy these industries predominate have already been enlisted (Guriev et al., 2010; Malkina, 2018). The economy of the Far Eastern macroregion is mainly characterized by raw materials specialization, therefore, the task of this article is to identify the features of the manifestation of the modern «pandemic» crisis in key resource industries (mineral resources and forest complexes).

Mineral resource complex: crisis dynamics and prospects

The mineral resource complex (MRC) of the Far East belongs to the industry of regional specialization, which is measured not only by the value of some economic indicators (its share in GDP, in the structure of industry, etc.), but also by the role of key types of mineral resources mined in the Far Eastern Federal Dis-

trict (FEFD) and playing a major role in the national economy (diamonds, gold and silver, oil and gas, coal).

For most regions in the FEFD, MRC is the framework of their industrial production, the budgetary and often the city-forming sector of the economy. Therefore, the assessment of the manifestations of the current crisis of 2020, the search for their connection with the fundamental factors of the development of this complex in the Far East region goes beyond the scope of only an industry goal.

The first thing that requires consideration and discussion is the dynamics of production in MRC and its change in connection with the crisis of 2020. If we analyze the indicators of the production index by economic activity (EA) «Mining» as a whole for the Far Eastern macroregion, then its movement in 2020 almost completely repeats the all-Russian trend, but the depth of the index fall is slightly less (Fig. 1a). However, this is a false conclusion, since when considering this indicator separately for the regions of the FEFD, the picture is different (Fig. 1).

Such a multidirectional movement of production indices in EA «Mining» in different regions in 2020 (Fig. 1a and 1b) is due to a number of reasons and, first of all, the structure of the MRC in the territory. We have grouped the re-

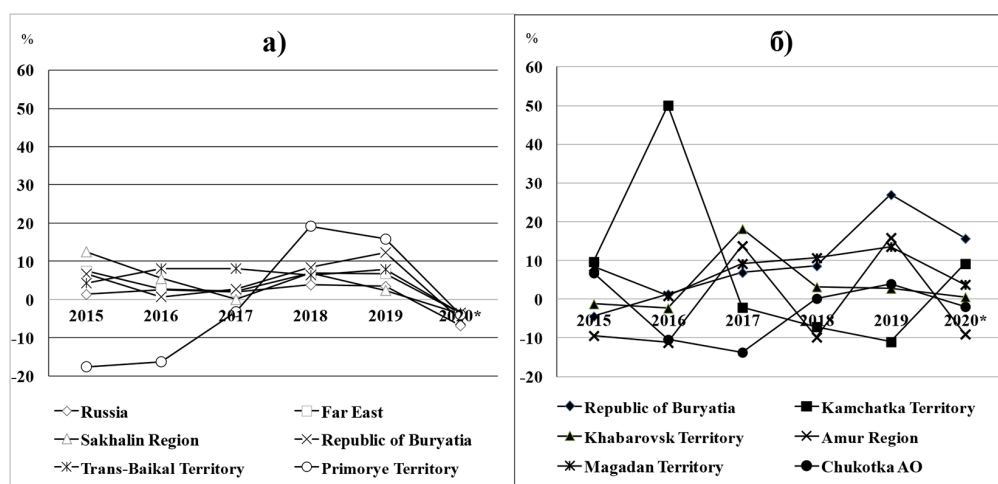


Fig. 1. Dynamics of economic activity «Mining» in the FEFD, in% to the previous year.

Source: calculated according to data of Federal State Statistics Service.

Available at: https://rosstat.gov.ru/enterprise_industrial

gions according to the concentration of various types of mined mineral resources in the structure of EA «Mining». The first group (Fig. 1a) includes regions in the structure of which the extraction of fuel and energy resources (oil, gas, coal), precious stones (diamonds), non-ferrous and ferrous metals prevails. The second group (Fig. 1b) shows the regions with a predominance of the extraction of precious metals (mainly gold) in the MRC.

Consideration of production trends in the EA «Mining» for the selected groups of regions is justified by the nature of the influence of the crisis factors of 2020 on the demand and price dynamics of various types of mineral resources.

As for the first group of regions (Fig. 1a), the negative dynamics of production was mainly determined by market factors: a catastrophic drop in prices and demand for oil (Sakhalin Oblast: –3.8 %); loss of interest in luxury goods amid the growing epidemic (in Yakutia, which provides 25 % of the world diamond market, the drop was –5.3 %); a decrease in demand and prices for coal, non-ferrous and ferrous metals (Zabaikalsky and Primorsky Krai, the Jewish Autonomous Region showed a decline of 3.5–4.2 %).

The dynamics in the second group of regions looks quite different (Fig. 1b), with either the level of 2019 maintained (the Khabarovsk Territory, Chukotka Autonomous Okrug), or the production index EA «Mining» grown in 2020 (from +3.8 % in the Magadan Region, +9.2 % in the Kamchatka Territory to +15.7 % in the Republic of Buryatia). The positive dynamics of production in this group is due not only to the traditional role of gold in crises as an «insurance currency» and the corresponding increase in prices for it (+24.4 % for 2020 and +35.8 % five-year dynamics (Pervyi kvartal 2021..., 2021)), but also depreciation of the ruble. The combination of these factors has more than once ensured the positive dynamics of the Far Eastern gold mining industry in times of crises (Antonova, Lomakina, 2020). The only exception was the Amur Region, where in 2020 the drop in the production index EA «Mining» was –9 % (compared with an increase of +15.9 % in 2019). According to experts, this

decline was not caused by «pandemic» factors: at the enterprises of the main gold miner of the Amur Region, GK Petropavlovsk, negative production dynamics reached –18.4 %, the reasons were internal financial difficulties and corporate conflicts in the company, as well as the depletion of the raw material base.

It should be noted that the state of the mineral resource base, its depletion and reproduction (through the starting of new investment projects) are among the fundamental reasons for the formation of trends in the dynamics of production in the gold mining industry (Kriukov, Tokarev, 2019). This is illustrated quite clearly in Fig. 1b: the Far Eastern gold mining is characterized by a «ragged» trajectory of the dynamics of production throughout the period under consideration 2015–2020, both in value and in physical terms (Table 1).

Sanitary and epidemiological restrictions and their consequences have become a new factor influencing the economic situation of mining companies in the context of the current crisis. According to the Ministry for the Development of the Russian Far East, about a thousand enterprises in the Far East use shift work, the number of employees at them is about 150 thousand people. The «shift workers factor» manifested itself in the inability to provide necessary amount of production due to restrictions on inter- and intraregional transportation, the emergence of local foci of infection in companies in remote areas of the Far Eastern macroregion, additional costs for companies and regional authorities to meet epidemiological requirements. For example, according to estimates, the «coronavirus» expenses of companies whose assets are located mainly in the Siberian and Far Eastern Federal Districts amounted to: Polymetal – \$19.6 million (\$10 / oz and \$3.4 million in support to medical institutions) or 0.7 % of revenue; Polyus – \$155 million or 3.1 % of revenue (Itog 2020 goda ..., 2021).

Against the backdrop of the pandemic crisis, serious concerns are raised by investment strategies in the industry – both in terms of the implementation of new projects and in terms of the reproduction of the mineral resource base. However, so far large companies have

Table 1. Gold mining in the main gold mining regions of the FEFD, t

Region	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Republic of Buryatia	6.2	6.0	5.7	5.7	5.6	5.7
Republic of (Sakha) Yakutia	25.3	23.7	24.8	28.0	36.5	39.8
Trans-Baikal Territory	11.3	12.1	13.3	14.2	12.2	11.0
Kamchatka Territory	3.6	6.7	6.7	5.4	5.8	6.8
Khabarovsk Territory	18.2	19.5	23.1	24.8	25.2	24.5
Amur Region	25.6	22.4	25.8	22.7	26.3	23.7
Magadan Region	24.5	27.9	33.0	37.0	46.4	49.1
Chukotka AO	32.1	28.7	25.4	24.1	24.5	24.5

Source: According to the portal eRUDA.ru. Available at: http://www.eruda.ru/gdp/top-10_vedushchikh_zolotodobyvayushchikh_regiona_rf_rossii_au.htm

confirmed their investment plans: launching production at the Nezhdaninskoye gold deposit in Yakutia and commissioning the second stage of the Amur Hydrometallurgical Plant (2023) in the Khabarovsk Territory (Polymetal); development of the Klen and Kekura deposits in Chukotka (Highland Gold Mining); construction and launch by 2027 of the Baimsky GOK with a processing capacity of 70 million tons of ore per year on the basis of the Peschanka gold-copper deposit (KAZ Minerals) and a number of other projects.

Forest complex: structural and institutional problems

In the FEFD, five of the eleven regions belong to the main forest industry regions: the Republic of Buryatia, the Trans-Baikal Territory, the Primorsky Territory, the Khabarovsk Territory and the Amur Region. These regions account for 95 % of forest production and 99 % of forest exports, with more than half being in the Khabarovsk Territory.

The 2020 crisis had a negative impact on the forest complexes (FC) of these regions, but these consequences were partly conditioned by their previous «path dependence». The determining factors are:

1) export-oriented production. Due to the narrowness of domestic demand, all manufactured products are exported. The main consumer for all regions is China. Therefore, the change in the situation in the Chinese market is reflected in all indicators of the FC;

2) significant impact on the parameters of the FC of the exchange rate. Dependence on the ruble / dollar ratio often plays a positive role in crisis conditions, when a weak ruble allows timber exporters to partially compensate for the decrease in foreign exchange earnings due to falling prices and volumes in the external market;

3) predominance in the structure of production and export of raw materials or products of low value added. In the Republic of Buryatia and the Trans-Baikal Territory, annexed to the FEFD in 2018, woodworking products account for more than 90 % of the product structure of exports, but they are, in fact, slightly processed raw materials;

4) localization for the FEFD of the rules of customs regulation of round wood export. In 2018, the round wood export quotas were introduced at reduced duties for those enterprises that export a certain percentage of woodworking products. Outside the quotas, the duty increased from 25 to 60 % in 2020. More than 95 % of the round wood export quotas were received by only three large companies, the remaining 5 % – by another 12–15 companies. Other exporters have been forced to cut production.

All these factors influenced the activity of the FC in the pre-crisis period.

The unstable situation in the PRC market in recent years has had a strong impact on the foreign exchange earnings of timber exporters in the FEFD. In 2015, there was a drop in prices

for the main types of forest products, partially offset by the devaluation of the ruble. This provided some stabilization in production indicators, which continued in 2016 and 2017, with indicators improving mainly due to an increase in the volume of round wood, still occupying a dominant position. But in 2018, the situation on the PRC timber market sharply deteriorated again due to the outbreak of a trade war between the PRC and the United States. Prices for almost all types of timber fell. In addition, the demand for Far Eastern timber slumped due to an increase in the round wood export duties up to 40 %. As a result, the foreign exchange earnings of exporters from the FEFD after 2017 began to decline (Fig. 2).

In 2019, the disadvantageous situation in the Chinese market worsened, prices for all types of products plummeted by another 25–30 %, the volume of exports from the FEFD decreased by 28 % compared to the previous year. A particularly negative situation was seen in the Khabarovsk Territory, where in 2017–2019 the physical and cost volume of supplies shrank by 1.6 and 1.7 times, respectively (Antonova, Lomakina, 2020).

The toughening of customs regulations for the export of round wood forced the forest exporters of the FEFD to replace this timber, whose export had become ineffective, with woodworking products (supplied to the PRC).

As a result, its share in the forest exports of the FEFD increased to 56 %, for the first time exceeding raw materials in the export product structure. But this growth did not compensate for the general drop in foreign currency income of the forest complex, since the rate of decline in export volumes of round wood was higher.

The decline in the export of round wood negatively affected the production indicators of the FC of the regions. Industrial production indicators for logging began to decline, in the Khabarovsk Territory and the Republic of Buryatia this process began in 2018, and in 2019, a decline occurred in all regions (Table 2). On the contrary, sawn wood production showed a rise thanks to the increase in the volume of exports of this product.

The 2020 crisis had a negative impact on the forest industry in Russia. In the country as a whole, the value of exports of forest products decreased by 3 %, the physical volumes of exports of sawn wood – by 7 %, round wood – by 2 % (FTS Rossii: dannyye ..., 2021).

In the FC of the FEFD, the crisis 2020 was reflected more sharply. Unlike other regions of the country, the FEFD has been «tied» in recent years to only one consumer – the PRC. Therefore, the reduction in demand in China due to a temporary halt in production and consumer activity led to a sharper drop in exports in the FC of the FEFD. The situation was aggravated

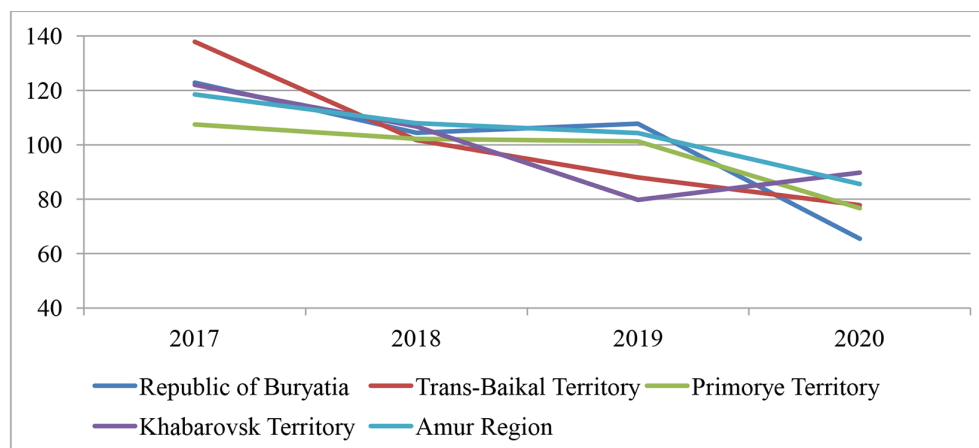


Fig. 2. Rates of change in foreign exchange earnings from the export of forest products from the regions of the FEFD, in% to the previous year.
Source: calculated based on the data of the Federal Customs Service

Table 2. Production indicators of the main forest industry regions of the FEFD,% to the previous year

Region	round wood				sawn wood			
	2017	2018	2019	2020	2017	2018	2019	2020
Republic of Buryatia	108.5	80.4	91.7	90.7	168.4	127.3	87.1	94.8
Trans-Baikal Territory	101.0	118.0	85.8	94.9	96.3	166.1	107.7	89.2
Primorye Territory	106.2	100.5	96.8	95.5	106.7	136.5	134.0	81.0
Khabarovsk Territory	105.3	95.7	98.7	86.2	106.4	108.0	116.4	81.3
Amur Region	122.4	104.1	96.8	91.5	99.2	101.6	112.4	96.8

Source: calculated according to data of Federal State Statistics Service.

by the closure of checkpoints on the border between Russia and China, and the toughening by the Chinese side of phytosanitary requirements for the supply of Russian forest products (Bardal, 2020).

As a result, the total foreign exchange earnings in the FC of the FEFD lessened by 18 %, which was most strongly influenced by the reduction in sawn wood exports – by 23 %. The largest «contribution» to this decline was made by the Primorye Territory and the Republic of Buryatia, where the export of sawn wood fell by 38 and 33 %, respectively. In the following months of 2020, the demand for forest products in China resumed, but remained lower than in the previous year.

The volume of exports of round wood from the FEFD diminished in 2020 compared to the previous year by 10 %, which seems to be not so critical, but taking into account the negative dynamics in 2019, this figure was 38 % in two years. That is, the crisis only exacerbated the existing negative trend.

Another negative consequence of the crisis for Russian, including the Far Eastern, forest exporters, focused on China, was the upsurge in the cost of logistics due to a shortage of containers and an almost double increase in the cost of container shipments in the Chinese direction. But once again the export-oriented complex was «rescued» by the devaluation of the ruble, which made it possible to partially compensate for the additional costs arising (Skorlygina, Mertsalova, 2020).

It can be concluded that the crisis of 2020 aggravated the already existing critical situation in the forest complex of the Far East,

formed earlier by institutional innovations. From 2022, a complete ban on the export of timber from Russia is expected, which could have strong negative consequences for the Far Eastern forest complex.

Conclusion

As the study of the situation in the key resource sectors of the Far Eastern macroregion has shown, with all the novelty and multidirectionality of individual manifestations of the crisis of 2020, there is a certain «recurrence» of it relative to the previous large-scale crises (Antonova, Lomakina, 2020; Goriunov, 2011; Lomakina, 2016). The basis of this «path dependence effect» in the new situation is the action of the «old» (fundamental) reasons: mainly raw materials specialization of the region's economy; dependence on external demand and prices on commodity markets; the formation in recent years of dependence on the «one buyer» market (China); lack of sufficient and modern processing facilities in the region; peculiarities of formation of the labour force in the resource sector (shift-workers) and the consequences of this for the regional economy. At the same time, a relatively new «powerful» factor has been added, i. e. active changes in the institutional field of regional development.

Characterizing in general the trajectory of development of industries of the resource sector important for the economy of the FEFD during the period of acute crises and post-crisis recovery, it should be noted that, despite the difficult financial, economic and institutional conditions, these industries managed to «stay

afloat». However, this situation is not guaranteed and does not allow counting on a sustainable return of this sector in the regional economy. «External resource demand shocks are only a pretext for crises, but the main reason is the absence of formed internal compensators and stabilizers due to an increase in produc-

tion and personal consumption of businesses and households that can weaken the effect of external shocks on the economy» (Minakir, 2020a). Therefore, the issues of diversification of resource industries, their deeper embedding in the economy of the region still do not cease to be relevant.

References

- Aganbegian, A.G. (2016). Osobennosti krizisnykh iavlenii v sotsial'no-ekonomicheskom razvitii Rossii [The Specificity of Crisis Phenomena in the Socio-Economic Development of Russia]. In *Problemy teorii i praktiki upravleniya* [Problems of theory and practice of management], 6, 17–25
- Aganbegian, A.G., Porfir'ev, B.N., Shirov, A.A. (2021). O preodolenii tekushchego krizisa i putiakh razvitiia ekonomiki Rossii [On recovery from the current crisis and development paths of the Russian economy]. In *Nauchnye trudy Vol'nogo ehkonomicheskogo obshchestva Rossii* [Scientific works of the Free Economic Society of Russia], 227(1), 193–213. DOI: 10.38197/2072–2060–2021–227–1–193–213
- Antonova, N.E., Lomakina, N.V. (2020) Resursnye otrasli Khabarovskogo kraia v usloviakh otritsatel'noi dinamiki ekonomiki [Resource Industries of the Khabarovsk Territory in the Context of Negative Economic Dynamics]. In *Regionalistika* [Regionalistics], 6, 5–22. DOI: 10.14530/reg.2020.6.5
- Bardal, A.B. (2020). The state border between China and Russia: permeability and barriers for international cooperation. *J. Sib. Fed. Univ. Humanit. Soc. Sci.*, 13 (11), 1700–1709. DOI: 10.17516/1997–1370–0676.
- Chereshnev, V.A., Tatarkin, A.I., Fedorov, M.V. (eds.) (2012). *Ekonomicheskaya bezopasnost' Rossii: uroki krizisa i perspektivy rosta* [Economic Security of Russia: Lessons from the Crisis and Growth Prospects]. Yekaterinburg, Institute of Economics UB RAS, 1312 p.
- FTS Rossii: dannyye ob eksporte-importe Rossii za ianvar'-dekabr' 2020 goda [FCS of Russia: data on export-import of Russia for January-December 2020] (2021). Available at: <https://customs.gov.ru/press/federal/document/267169>
- Goriunov, A.P. (2011). Vozdeistvie mirovogo finansovogo krizisa na ekonomiku regiona: Khabarovskii krai [The Global Financial Crisis Impact on Khabarovsk Territory's Economy]. In *Prostranstvennaya Ekonomika* [Spatial Economics], 1, 7–29. DOI: 10.14530/se.2011.1.007–029
- Skorlygina, N., Mertsalova, A. (2020). *Gruzite vse tovary bochkami* [Load all goods in barrels]. Newspaper «Commerzant», 222, 03.12.2020 Available at: <https://www.kommersant.ru/doc/4595411>
- Guriev, S., Plekhanov, A., Sonin, K. (2010). Ehkonomicheskii mekhanizm syr'evoi modeli razvitiia [Economics of Development Based on Commodity Revenues]. In *Voprosy Ekonomiki* [Economic issues], (3), 4–23 DOI: 10.32609/0042–8736–2010–3–4–23
- Itog 2020 goda – vremia dividendov [Result of 2020 – time for dividends] (2021) Available at: <https://gold.lprime.ru/reviews/20210420/407622.html>.
- Kravchenko, N.A., Iusupova, A.T. (2020). «Soft» factors in pandemic response: comparative inter-country analysis. *J. Sib. Fed. Univ. Humanit. Soc. Sci.*, 13 (11), 1770–1780. DOI: 10.17516/1997–1370–0682
- Kriukov, V.A., Tokarev, A.N. (2019). Contemporary features of innovative development of the Russian mineral resource complex. *J. Sib. Fed. Univ. Humanit. Soc. Sci.*, 12(12), 2193–2208. DOI: 10.17516/1997–1370–0518
- Lomakina, N.V. (2016) Mineral'nyi sektor ehkonomiki Dal'nego Vostoka: problemy i vozmozhnosti razvitiia v krizisnyi period [Mineral Sector of Far Eastern Economy: Problems and Possibilities of Development during the Crisis Period]. In *Regionalistika* [Regionalistics], 3(1), 13–21.
- Malkina, M. Yu. (2018). Vklad regionov i otraslei v finansovuiu nestabil'nost' rossiiskoi ekonomiki [Contribution of Regions and their Sectors to the Financial Instability of the Russian Economy]. In *Terra Economicus*, 16(3), 118–130. DOI: 10.23683/2073–6606–2018–16–3–118–130.
- Mikheeva, N.N. (2019). Ekonomicheskaya dinamika rossiiskikh regionov: krizisy i puti vosstanovleniia rosta [Economic Dynamics of Russian Regions: Crises and Ways of Restoring Growth]. In *Region: Ekonomika i sociologiya* [Region: Economics and Sociology], 109 (2), 56–79. DOI: 10.15372/REG20190203

Minakir, P.A. (2016). Shoki i instituty: paradoksy rossiiskogo krizisa [Shocks and Institutions: The Paradoxes of Russian Crisis]. In *Prostranstvennaia Ekonomika* [*Spatial Economics*], 1, 7–13. DOI: 10.14530/se.2016.1.007–013

Minakir, P.A. (2020a) Rossiiskaia ekonomika: mezhdru krizisami [Russian Economy: Between Crisis]. In *Prostranstvennaia Ekonomika* [*Spatial Economics*], 16(1), 7–23. DOI: 10.14530/se.2020.1.007–023

Minakir, P.A. (2020b) Ekonomika pandemii: rossiiskii put' [The Pandemic Economy: The Russian Way]. In *Prostranstvennaia Ekonomika* [*Spatial Economics*], 16(2), 7–18. DOI: 10.14530/se.2020.2.007–018

Pervyi kvartal 2021 goda: nizkii start [*Q1 2021: Low start*]. (2021). Available at: <https://gold.lprime.ru/analytics/20210413/406226.html>

Puffert, D. (2003). Path Dependence. In *EH.Net Encyclopedia*. Available at: <https://eh.net/encyclopedia/path-dependence/>

DOI: 10.17516/1997–1370–0778
УДК 336.22; 338.12

Impact of the 2020 Pandemic on Revenue from Various Taxes in the Russian Regions

Marina Yu. Malkina*

*Lobachevsky State University of Nizhny Novgorod
Nizhny Novgorod, Russian Federation*

Received 25.05.2021, received in revised form 15.06.2021, accepted 28.06.2021

Abstract. The article investigates the impact of the 2020 pandemic on tax revenues of Russian regions at the stages of their collection and allocation to regional budgets. To exclude the influence of the seasonal component and uneven receipts of various taxes to the budget, the moving annual tax revenues were calculated with a shift of one month. Based on these data for 2013–March 2020, linear time regressions were built and decomposed into 8 taxes and tax groups. These regressions were used to predict non-pandemic tax revenues for different regions in April–December 2020. The impact of the pandemic on the regional tax losses (gains) and their decomposition by sources was calculated through the deviation of the actual revenues from their predicted non-pandemic values on an accrual basis until the end of 2020.

We found that the pandemic had led to losses of 13.9 % of total tax revenues in the country and 6.2 % of regional budgets' own tax revenues. The mining regions are the most affected by the pandemic. On the contrary, in some Far Eastern regions, there is an abnormal increase in tax collections. The largest contribution to the decrease in tax revenues at the consolidated and federal levels was made by the MET receipts; they fell sharply due to lower prices and volumes of oil and gas. However, the negative effect of this decrease at the federal level was dampened by stabilizing VAT receipts. Excise taxes played a positive role in mitigating pandemic risks. The tax distribution system has shown its equalizing function when allocating tax revenues to sub-federal budgets. The largest negative contribution to the change in regional tax revenues during the 2020 pandemic was made by the corporate income tax, while the negative impact of property taxes and special tax regimes turned out to be less significant. Personal income tax has proven to be the main damper of tax revenues at the regional level.

The results obtained are applicable to the management of the state fiscal revenues during pandemic crises.

Keywords: region, 2020 pandemic, tax revenue, regional resilience, decomposition.

The study was carried out within the framework of the basic part of the state assignment of the Ministry of Education and Science of the Russian Federation, project 0729–2020–0056.

© Siberian Federal University. All rights reserved

* Corresponding author E-mail address: mmuri@yandex.ru

ORCID: 0000-0002-3152-3934

Research area: economics.

Citation: Malkina, M. Yu. (2021). Impact of the 2020 pandemic on revenue from various taxes in the Russian Regions. J. Sib. Fed. Univ. Humanit. Soc. Sci., 14(7), 987–997. DOI: 10.17516/1997–1370–0778.

Влияние пандемии 2020 года на доходы российских регионов от разных налогов

М.Ю. Малкина

Нижегородский государственный университет

им. Н. И. Лобачевского

Российская Федерация, Нижний Новгород

Аннотация. В статье исследуется влияние пандемии 2020 года на налоговые доходы российских регионов на этапе их сбора и распределения в региональные бюджеты. Для исключения влияния сезонной составляющей и неравномерности перечисления отдельных налогов в бюджет мы рассчитываем скользящие годовые значения налоговых доходов со сдвигом в 1 месяц. На основе этих данных за 2013–март 2020 года построены линейные временные регрессии, а также проведена их декомпозиция по 8 налогам и налоговым группам. Эти регрессии положены в основу прогнозирования непандемических налоговых доходов регионов в апреле–декабре 2020 года. Влияние пандемии на налоговые потери (выигрыши) регионов и их декомпозиция по источникам осуществлялись на основе расчета отклонений фактических доходов от прогнозных непандемических значений нарастающим итогом до конца 2020 года.

Выявлено, что пандемия привела к потерям 13.9 % общих налоговых доходов в стране и 6.2 % налоговых доходов территориальных бюджетов. Наиболее пострадавшими от пандемии оказались добывающие регионы. Между тем в некоторых дальневосточных регионах отмечался аномальный рост налоговых сборов. Наибольший вклад в снижение налоговых доходов консолидированного и федерального бюджета внес НДС, поступления по которому резко упали из-за снижения нефтегазовых доходов. Однако его негативный эффект на федеральном уровне демпфировался стабилизирующимися поступлениями по НДС. Некоторую положительную роль в смягчении пандемических рисков сыграли акцизы. При формировании доходов субфедеральных бюджетов проявилась выравнивающая функция системы распределения налогов. Наибольший отрицательный вклад в изменение налоговых поступлений в региональные бюджеты в условиях пандемии 2020 внес налог на прибыль, менее существенным оказалось отрицательное влияние налогов на имущество и поступлений от налоговых спецрежимов. Основным демпфером налоговых поступлений на региональном уровне стал НДФЛ. Полученные результаты могут быть полезными для управления фискальными доходами государства в условиях пандемических кризисов.

Ключевые слова: регион, пандемия 2020 года, налоговые доходы, устойчивость регионов, декомпозиция.

Исследование выполнено в рамках базовой части государственного задания Минобрнауки РФ, проект 0729–2020–0056.

Научная специальность: 08.00.00 – экономические науки.

Introduction

The 2020 pandemic, associated with the strict isolation of the population and the restriction of business activity, has had a significant impact on the economy of Russian regions. The federal and regional authorities employed various institutions, including fiscal incentives, to mitigate the consequences of this crisis. One of the most vulnerable to the pandemic was the budget sector, which faced both a drop in income and an increase in spending, which in turn created a number of short-term and long-term effects.

This article examines how the 2020 pandemic affected the tax revenues of Russian regions at the stages of their collection and distribution between the federal and sub-federal budgets. Using the developed methodology, we determine the predicted values of tax revenues in the absence of the pandemic and carry out their decomposition by source. After that, we assess the contribution of various taxes to the change in tax revenues in Russian regions during the crisis. Our study is designed to answer the question of why the fiscal systems of different regions showed unequal resilience to the 2020 pandemic, and how the tax distribution system influenced the spatial differences in the response of regional tax systems to this crisis.

Literature Review

Researchers study the fiscal effects of the 2020 pandemic: its impact on budgets revenues and expenditures at different levels, changes in their structure associated with structural shifts in production and consumption during the crisis (Darougheh, 2021; Gunay, Kurtulmuş, 2021). They consider the effects associated with limited mobility (Hoehn-Velasco et al., 2021), reduced business activity, and consumer hype in the early months of the pandemic (Keane, Neal, 2021).

Some scholars find evidence of the procyclical nature of fiscal policy amid pandemic

uncertainty that is typical of highly indebted advanced countries (Chakrabarty, Roy, 2021). Other researchers focus on softening budget constraints in the pandemic as a result of increased public spending on health, social services and the introduction of fiscal incentives to support the population and business (Ershov, 2020). The result of such a policy is an increase in the budget deficit and public debt, which entails an inflationary threat in the future. Assessing the effectiveness of specific fiscal measures to combat the pandemic crisis, Makin and Layton (2021) show that the introduction of tax breaks and incentives during the pandemic is more expedient than increasing budget spending. Some studies apply a more detailed approach, linking revenue from different taxes during the 2020 pandemic to changes in sales across states (Chernick et al., 2020; Clemens, Veuger, 2020).

In addition, scientists explore the resilience of various regional economies to economic crises, including pandemics (Brada et al., 2021; Mikheeva, 2021), and the factors affecting resilience (Kolomak, 2020; Pietro et al., 2020). Few studies directly focus on the response of the Russian regional fiscal systems, their revenues and expenditures, and the level of debt to the 2020 pandemic (Klimanov et al., 2021). A number of researchers emphasize the importance of the sectoral structure of the economy (Kuznetsova, 2020), as well as the degree of openness and the level of economic diversification (Malkina, 2020) for a change in GRP and losses in fiscal revenues of regions in bad times. Investigating the spatial economic effects of the 2020 pandemic in Russia, Zubarevich (2021) notes that it has most affected the oil and gas producing regions, the regions of the automotive industry, and megalopolises with a developed service sector. The researchers also draw attention to the fact that the change in tax revenues in the Russian regions was influenced by both feder-

al and regional policies of tax incentives and exemptions.

At the same time, the support of the Russian regions from the federal budget played an important role in the development of their tax base. Federal transfers to regional budgets, which increased from 19 % in 2019 to 26 % in 2020 (Zubarevich, 2021), largely offset the decline in the regions' own tax revenues. However, this support did not fit into the same rules for all regions; it was influenced not only by considerations of economic expediency, but also by political preferences. Meanwhile, this aid could have triggered an increase in incomes, primarily in the public sector, which contributed to the growth of tax revenues, for example, from personal income tax. This is contrary to what has happened in developed countries. The tightening budget constraints due to a decrease in fiscal revenues led to a reduction in employment in the state and municipal sectors, although in states that received more support, this effect was less (Green, Loualiche, 2021).

Our present study draws on works on both the resilience of regional economies to crises and the fiscal effects of the 2020 pandemic. Meanwhile, we note a lack of research related to identifying the impact of the coronavirus crisis on the resilience of both collected and own tax revenues of Russian regions and their decomposition by sources. This study aims to fill this gap. We also intend to explain the relationship between the structure of tax revenue losses/gains with the features of the sectoral structure of regional economies and the behaviour of various economic actors during the pandemic.

Data and Methods

The study is based on monthly data from the Federal Tax Service of the Russian Federation on tax revenues in 83 Russian regions (both consolidated and assigned to sub-federal budgets) in 2013–2020. Total and own tax revenues are broken down by 8 taxes and tax groups:

- 1) CIT – Corporate Income (Profit) Tax;
- 2) PIT – Personal Income Tax;
- 3) VAT – Value Added Tax;

4) Excises – excise taxes on alcohol, tobacco etc.;

5) PT – property taxes, including Personal Property Tax, Corporate Property Tax, Land Tax, Transport Tax, Gambling Tax, and special Real Estate Tax for the cities of Veliky Novgorod and Tver;

6) MET – natural resources taxes, a large proportion of which is Mineral Extraction Tax;

7) Duties – state fees;

8) STR – special tax regimes (United Agricultural Tax, Simplified Tax System, Presumptive Tax System, and since 2013 Patent Based Simplified Tax System), offering a range of benefits for the respective businesses. This group also includes the Production Sharing Agreement Tax System, which would be more correctly classified as taxes on natural resources.

The average structure of tax revenues and their variation in the regions in the pre-pandemic period of 2013–2019 is presented in Table 1. In the period under review, 81.7 % of all tax revenues in the country were provided by 4 taxes: MET, PIT, CIT and VAT. This structure changes after the distribution of taxes between the levels of the budgetary system according to the established rules. 83.2 % of tax revenues of the federal budget consist of MET and VAT. Tax revenues in the sub-federal budgets by 70.8 % are generated from PIT and CIT, and property taxes (PT) also make a significant contribution to them. The interregional standard deviation and coefficient of variation presented in Table 1 show that regional differences in the structure of tax revenues decrease with the transition from the consolidated level to the level of sub-federal budgets.

Next, we model tax revenues time series. The seasonality of economic activity and the different timing of payment of specific taxes cause intra-annual fluctuations in tax revenues. To eliminate these properties in monthly data, we compute a moving time series of annual tax revenues with a shift of one month.

Based on this revenues (TR) for December 2013 – March 2020 ($t=1, 76$), we build a temporary linear regression for each region:

$$TR_t = \underbrace{\alpha_0 + \alpha_1 \cdot t}_{\hat{TR}_t} + e_t, \quad (1)$$

Table 1. Tax revenues structure and their regional differences in 2013–2019

	Consolidated budget			Federal budget			Sub-federal budgets		
	Mean	StD	CV	Mean	StD	CV	Mean	StD	CV
CIT	19.3	9.1	0.47	8.1	73.6	9.04	31.0	8.8	0.28
PIT	19.4	13.9	0.72	0.0	0.0	-	39.8	10.6	0.27
VAT	17.8	14.3	0.80	34.8	125.3	3.60	0.0	0.0	-
Excises	7.6	11.3	1.48	7.7	18.0	2.34	7.5	10.3	1.38
PT	7.1	4.6	0.65	0.0	0.0	-	14.6	4.5	0.31
MET	25.2	19.0	0.75	48.4	54.4	1.12	0.8	3.2	3.79
Duties	0.2	0.2	1.07	0.2	10.3	53.67	0.2	0.2	0.76
STR	3.3	4.3	1.30	0.8	4.7	6.17	6.0	4.1	0.68
Total	100.0	-	-	100.0	-	-	100.0	-	-

Note. Mean – average regional share in the country; StD – standard deviation of this share; CV – its coefficient of variation.

where α_0 and α_1 – estimates of regression coefficients, TR_t – estimates of tax revenues, e_t – regression residuals.

Similarly, we construct regressions for each k^{th} tax (tax group) in region:

$$TR_{kt} = \underbrace{\alpha_{k0} + \alpha_{k1} \cdot t}_{\hat{TR}_{kt}} + e_{kt} \quad (2)$$

Since $TR_t = \sum_{k=1}^K TR_{kt}$, the additive property also holds for estimates and regression residuals:

$$\hat{TR}_t = \sum_{k=1}^K \hat{TR}_{kt}; e_t = \sum_{k=1}^K e_{kt}; \alpha_0 = \sum_{k=1}^K \alpha_{k0}; \alpha_1 = \sum_{k=1}^K \alpha_{k1}.$$

Based on these regressions, we predict smoothed tax revenues for April–December 2020 ($t = 77, 85$). These are the values that could be expected if the previous trend persisted and there was no pandemic shock. The relative deviation of actual receipts (TR_t or TR_{kt}) from predicted receipts (\hat{TR}_t or \hat{TR}_{kt}) shows the impact of the 2020 pandemic. It is determined based on the tax revenue level:

$$I_t = \frac{TR_t}{\hat{TR}_t}, \text{ and } I_{kt} = \frac{TR_{kt}}{\hat{TR}_{kt}}. \quad (3)$$

The contribution of each tax to the change in tax revenue in the 2020 pandemic is calculated using the formula:

$$\Delta TR\%(k)_t = \frac{TR_{kt} - \hat{TR}_{kt}}{\hat{TR}_{kt}}. \quad (4)$$

The structure of the losses (gains) of tax revenues:

$$TR\%(k)_t = \frac{TR_{kt} - \hat{TR}_{kt}}{TR_t - \hat{TR}_t}. \quad (5)$$

Results and discussion

Using the developed methodology, we obtained assessments of tax losses (gains) of Russian regions from the 2020 pandemic for the consolidated budget of the Russian Federation and sub-federal budgets and decomposed them by sources.

A. Impact of the 2020 pandemic

on total tax collection in Russian regions.

According to our calculations, the pandemic crisis resulted in a 13.9 % loss of total tax revenue in the Russian Federation in 2020. With a forecast of 5.1 % growth in tax revenues in 2020, their actual decrease relative to 2019 was 8.7 %. The period from April to July 2020 contributed the most to the decline in tax revenues, accounting for 10.2 % of tax losses on an annualized basis. Meanwhile, the marginal effect of the pandemic was diminishing.

The change in tax revenues in the Russian regions was extremely uneven (Fig. 1). For 53 regions, the 2020 pandemic resulted in a shortfall in tax revenues, while 30 regions ended the fiscal year with revenue growth relative to the forecast. The greatest losses of tax revenues (over 50 %) are noted

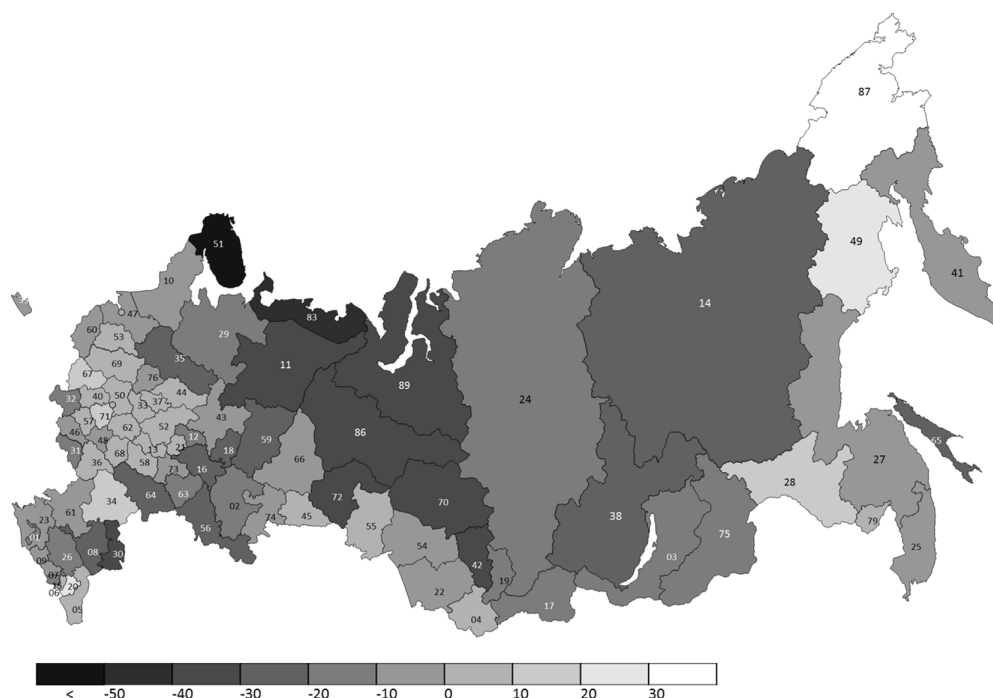


Fig. 1. Change in tax revenues of Russian regions to the RF consolidated budget in 2020,%.

Note. Hereinafter, regions are designated by their administrative codes

in Murmansk region, mainly due to significant VAT refunds. Considerable decrease in tax revenues relative to the forecast values is also observed in many mining regions: Nenets Autonomous District (–44.4 %), Kemerovo region (–36.8 %), Tomsk region (–35.8 %), Khanty-Mansi Autonomous District (–35.6 %), Komi Republic (–33.8 %), Astrakhan region (–31.8 %), Yamalo-Nenets Autonomous District (–30.1 %), Tyumen region (–30 %). This is due to a noticeable drop in oil and gas prices and a contraction of their sales on the world and domestic markets.

At the same time, there was a significant increase in tax revenues in some Far Eastern regions: Chukotka Autonomous District (+37.7 %), Magadan region (+24.7 %), Amur region (+17.2 %), as well as in Chechen Republic (+25.6 %). One of the reasons for this may be significant transfers from the federal budget to these regions. Another possible reason is a significant increase in prices for non-ferrous metals, the production of which is located in the Far Eastern Federal District.

Figure 2 shows the results of decomposition of the country's tax revenue losses by various taxes. We see that the largest contribution to the reduction of tax revenues was made by natural resources taxes (MET). Over time, the impact of this tax only intensified, and by the end of the year it already accounted for 78.3 % of the total drop in the country's tax revenues. Since the lion's share of MET is centralized, the risks of this tax were almost entirely borne by the federal budget of the Russian Federation. CIT was the second most important contributor to tax revenue loss. In various months, it provided from 19 % to 26 % of tax shortfalls in annual terms. The contribution of CIT to lower tax revenues has increased over time, although not as sharply as the contribution of MET.

The significant positive impact of VAT on tax revenues is evident in the early months of the pandemic, during strict lockdown. Thus, in April 2020, VAT accounted for 29.3 % of the total increase in tax revenues, in May – 15 %, in June – only 9.3 %. By the end of the year, this positive effect practically disappeared,

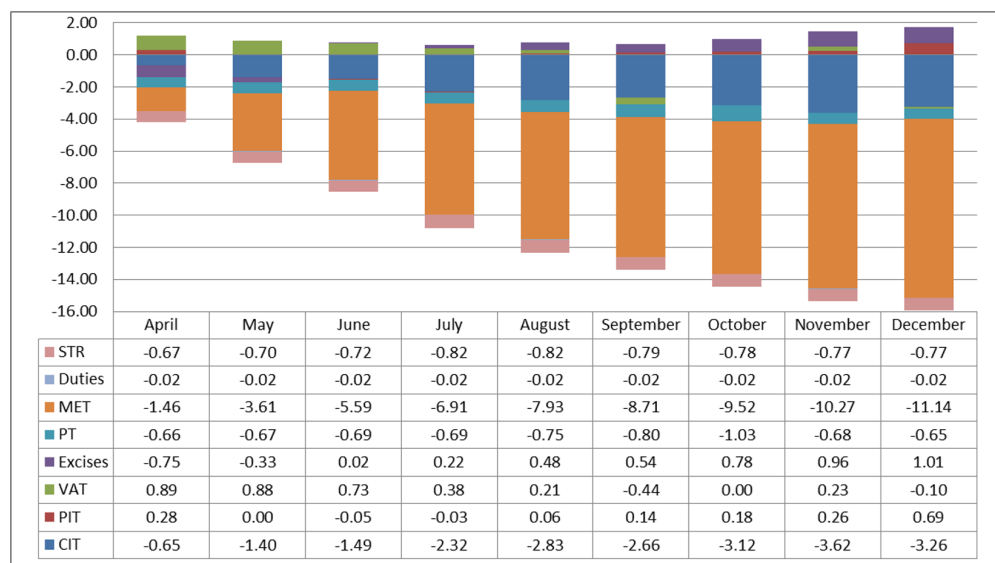


Fig. 2. Contribution of various taxes to the change in total tax revenues in the Russian Federation in the pandemic months of 2020 (on an accrual basis),%

and, like most other taxes, VAT increased losses in the tax system, albeit insignificantly. We attribute initial positive VAT dynamics to consumer hype on the eve and in the first months of quarantine, which led to an increase in demand for food and everyday goods for future use, as well as medicines and means of protection, computer equipment for remote work, etc. The growth of VAT revenues may also be the result of increased domestic consumption due to limited external mobility.

Property taxes (PT) are autonomous, independent of the level of income in the economy. Therefore, they often play the role of automatic stabilizers during a crisis. Meanwhile, their decrease in the context of the coronavirus crisis can be explained by the introduction of corporate property tax incentives for small and medium-sized businesses and a number of industries recognized as the most affected by the 2020 pandemic. The contribution of PT to the reduction in the country's total tax revenue grew until November 2020, albeit their share in total tax losses became smaller (due to the greater influence of other taxes). Whereas in April 2020 they explained 21.8 % of all tax losses, in May – 11.5 %, by the end of 2020 their contribution to the reduction of tax reve-

nues was only 4.5 %, which is even lower than the PT share in total tax collections in the pre-pandemic period (Table 1).

Finally, the rise in excises and personal income tax (PIT) revenues indicates that they played a damper role during the pandemic crisis.

A. Impact of the 2020 pandemic on own tax revenues of sub-federal budgets.

The distribution of taxes between budgetary system levels involves sharing their profitability and risk. As we noted earlier, the RF federal budget is formed of VAT, the lion's share of the MET, 3 % of 20 % CIT and deductions from a number of other less productive taxes. Thus, the federal budget took almost the entire risk of a 39.2 % decrease in MET, but at the same time practically did not suffer from the VAT reduction. Sub-federal budgets respectively benefited from a slight increase in PIT (+4.1 %) and suffered from a noticeable decrease in CIT revenues (–16.3 %). In general, the tax distribution system played a positive role in reducing interregional differences. Indeed, the coefficient of variation for changes in own tax revenues of regional budgets is more than 2 times less than the coefficient of

variation for changes in total tax revenues. The reduction in interregional inequality for tax losses at the sub-federal level is also noticeable when comparing Fig. 1 and 3.

The decrease in own tax revenues of sub-federal budgets across the country amounted to only 6.2 % (against a 13.9 % decline in total tax collections). For the sub-federal tax revenues, we do not observe extremely large losses in some regions (Fig. 3), which were typical for total tax collections (Fig. 1). Meanwhile, the largest decrease in own tax revenues is still marked in the mining regions: Tyumen Region (–28.3 %), Nenets Autonomous District (–28.1 %), Kemerovo Region (–27.7 %), Yamalo-Nenets Autonomous District (–25.6 %), Komi Republic (–23.6 %). A large loss of tax revenues is also noted in the lagging Republic of Khakassia (–25.9 %).

In general, a negative increase in own tax revenues is observed in 62 Russian regions (which is more than at the stage of tax collection). However, in this group, two-thirds (41) are regions with tax losses of no more than 10 %. In another 15 regions, tax revenues fell

by no more than 20 %. The number of regions with positive dynamics of tax revenues to sub-federal budgets is only 21 (versus 30 for total tax revenues). However, in most of these regions (17), the surplus of tax revenues does not exceed 10 %.

Figure 4 shows the results of the decomposition of changes in tax revenues to sub-federal budgets by types of taxes. The losses of sub-federal budgets are largely attributed to a drop in CIT revenues. While in April 2020 this tax accounted for 56.6 % of the total decrease in tax revenues to sub-federal budgets, by December 2020 its contribution increased to 94.2 %. On average, CIT explains 5.8 % of the 6.2 % decline in regional tax revenues compared to the non-pandemic forecast. This is the result of the deterioration in the financial performance of enterprises due to the decline in production.

Property taxes also played a significant role in reducing tax revenues of sub-federal budgets. In 2020, they accounted for 23.4 % of all tax losses, which is more than 3 times greater than their share in total tax revenue (Ta-

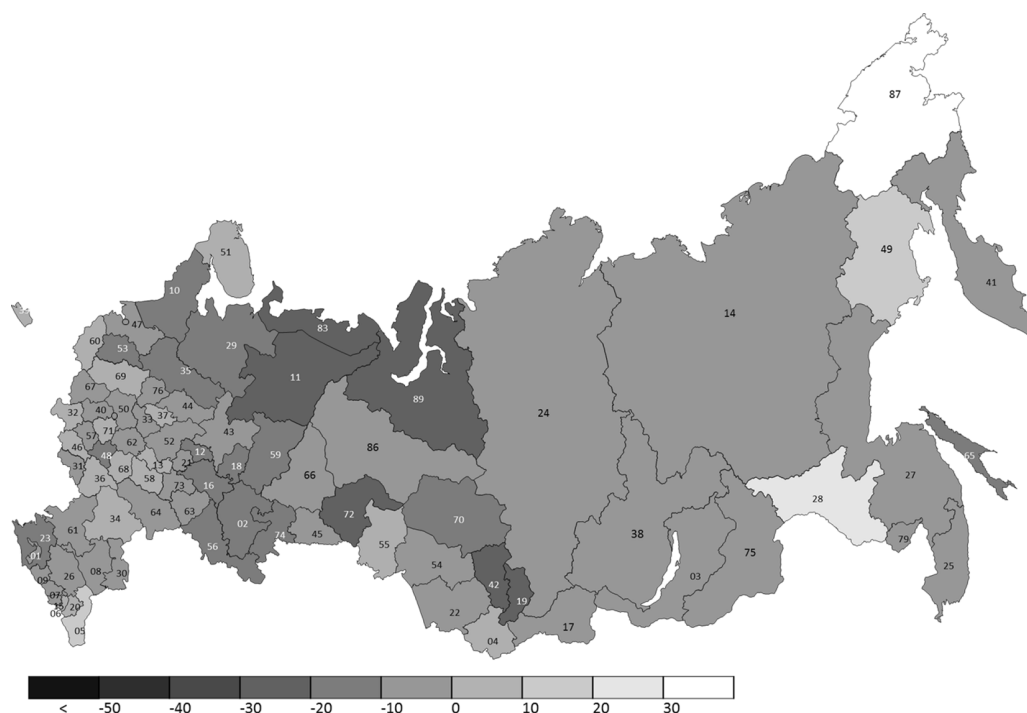


Fig. 3. Change in tax revenues of Russian regions to sub-federal budgets in 2020, %

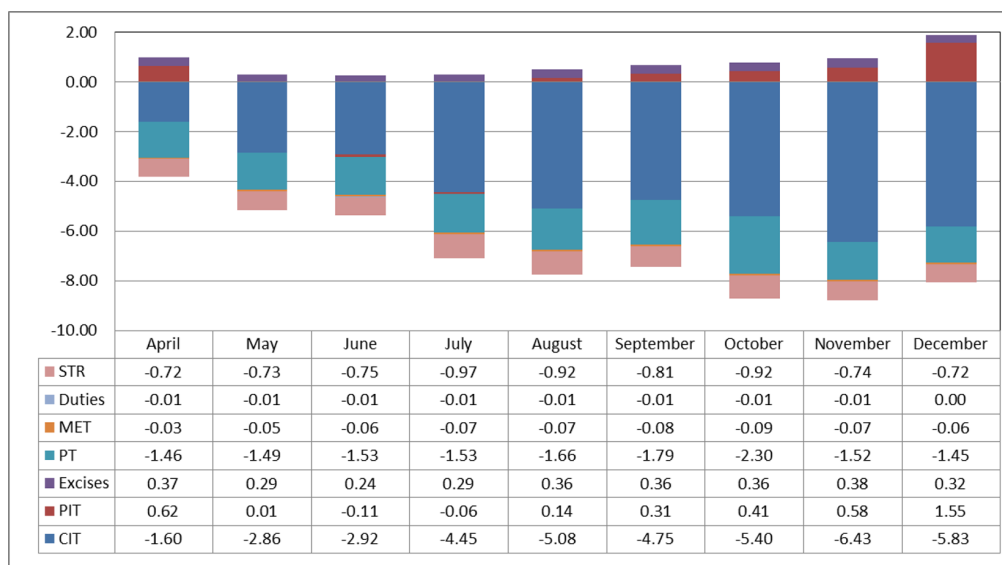


Fig. 4. Contribution of various taxes to changes in tax revenues to the budgets of the constituent entities of the Russian Federation in the pandemic months of 2020 (on an accrual basis),%

ble 1). Their contribution to the loss of tax revenues in Russian regions gradually increased from April to October 2020, but in the last two months of 2020 actually returned to the level of the first month of the pandemic.

Incomes from special tax regimes were the third most important source of falling tax revenues of sub-federal budgets. They are responsible for 11.6 % of all tax losses of the regions in 2020. Their contribution to the reduction of tax revenues follows the same pattern as the contribution of property taxes.

At the same time, we should emphasize the positive impact of the other two groups of taxes (personal income tax and excise taxes) on increasing tax revenues during the 2020 pandemic. Unlike the stage of tax collections, at the stage of tax allocation to sub-federal budgets, the impact of excise taxes on the growth of the regions' own tax revenues was less than the impact of PIT, and it was relatively stable over time. The influence of PIT on changes in the regions' own incomes was much more significant and growing over time. As a result, by the end of 2020, PIT compensated for almost a quarter of the losses of Russian regions from other taxes.

Additional revenue from excise taxes on gasoline and diesel in 2020 is associated with an increase in VAT and a revision of tax rates. The growth of excise tax receipts from wine & vodka, and tobacco products can be explained by both an increase in tax rates and a change in consumer preferences during the pandemic. The PIT gains are attributed to enlarged federal transfers to Russian regions and rising wages in the state and municipal sectors.

Conclusion

The study is devoted to identifying the impact of the 2020 pandemic on the change in tax revenues in the Russian regions before and after their distribution between the levels of the budgetary system, as well as determining the contribution of various taxes and tax groups to this change. To achieve this goal, we have proposed and implemented a method for forecasting tax revenues in the regions and their decomposition by sources.

Our study shows that the decline in total tax revenues during the pandemic (relative to the non-pandemic forecast) was 13.9 %, while the relative losses of regional budgets were less than half of that (6.2 %). In other words, the

federal budget has taken on most of the pandemic's tax risks.

At the consolidated level, the largest and ever increasing share of losses accrued to the mineral extraction tax (due to falling world oil prices and its sales). Therefore, the tax systems of the extractive regions were the most affected by the pandemic. The corporate income (profit) tax also made a significant contribution to the decrease in tax revenues, while property taxes had a lesser impact (mainly due to the establishment of tax incentives for corporate property). Initially, VAT revenues grew amid consumer excitement, but then their dynamics stabilized. The increase in excise taxes and personal income tax partially offset the losses from other taxes. We associate the positive dynamics of personal income tax with active government support for certain industries and regions, and the growth of wages in the state and municipal sectors. At the same time, a significant increase in excise taxes was due to the changes in tax rates and consumer habits during the pandemic.

The Russian tax sharing system demonstrated a positive impact on reducing inter-regional disparities and increasing the resilience of regions to crisis. The main role in this was played by the payment of most of the mineral extraction tax to the federal budget. On the one

hand, the number of regions with negative dynamics of their own tax revenues turned out to be greater than the number of regions with negative growth in total tax revenues. On the other hand, inter-regional differences in tax losses / benefits at the sub-federal level are significantly lower than at the consolidated level. In the context of the 2020 pandemic, the corporate income tax had the greatest negative impact on tax revenues to regional budgets. Property taxes and revenues from special tax regimes made a much smaller contribution to tax losses. Personal income tax turned out to be the main damper of tax revenues at the regional level, and excise taxes played a lesser positive role.

The results obtained can be useful for managing the fiscal revenues of the state during pandemic-driven crises. The limitations of the study are related to the income forecasting methodology based on linear extrapolation of time dependences, as well as the difficulties in identifying the influence of institutional factors on tax revenues (associated with both changes in formal rules and «manual control» in the Russian fiscal system). The future work on the study can be focused on elaboration of methods for forecasting taxes, taking into account the influencing factors, and in a deeper explanation of the reaction of the regional tax systems to the pandemic crisis.

References

- Brada, J.C., Gajewski, P., Kutan, A.M. (2021). Economic resiliency and recovery, lessons from the financial crisis for the COVID-19 pandemic: A regional perspective from Central and Eastern Europe. In *International Review of Financial Analysis*, 74, 101658. DOI: 10.1016/j.irfa.2021.101658.
- Chakrabarty, H.S., Roy, R.P. (2021). Pandemic uncertainties and fiscal procyclicality: A dynamic non-linear approach. In *International Review of Economics & Finance*, 72, 664–671. DOI: 10.1016/j.iref.2020.12.027.
- Chernick, H., Copeland, D., Reschovsky, A. (2020). The fiscal effects of the covid-19 pandemic on cities. An initial assessment. In *National Tax Journal*, 73(3), 699–732. DOI: 10.17310/ntj.2020.3.04.
- Clemens, J., Veuger S. (2020). Implications of the Covid-19 pandemic for state government tax revenues. In *National Tax Journal*, 73(3), 619–644. DOI: 10.17310/ntj.2020.3.01.
- Darougheh, S. (2021). Dispersed consumption versus compressed output: Assessing the sectoral effects of a pandemic. In *Journal of Macroeconomics*, 103302. DOI: 10.1016/j.jmacro.2021.103302.
- Ershov, M.V. (2020). Mir v 2020 godu: novye problemy obnazhaiut sistemnye izmeneniia v ekonomike [The world in 2020: new challenges expose systemic changes in the economy]. In *Voprosy Ekonomiki [Issues of Economics]*, 12, 5–23. DOI: 10.32609/0042–8736–2020–12–5–23.
- Green, D., Loualiche, E. (2021). State and local government employment in the COVID-19 crisis. In *Journal of Public Economics*, 193, 104321. DOI: 10.1016/j.jpubeco.2020.104321.

- Gunay, S., Kurtulmuş, B.E. (2021). COVID-19 social distancing and the US service sector: What do we learn? In *Research in International Business and Finance*, 56, 101361. DOI: 10.1016/j.ribaf.2020.101361.
- Hoehn-Velasco, L., Silverio-Murillo, A., de la Miyar, J.R.B. (2021). The long downturn: The impact of the great lockdown on formal employment. In *Journal of Economics and Business*, 105983. DOI: 10.1016/j.jeconbus.2021.105983.
- Keane, M., Neal, T. (2021). Consumer panic in the COVID-19 pandemic. In *Journal of Econometrics*, 220 (1), 86–105. DOI: 10.1016/j.jeconom.2020.07.045.
- Klimanov, V., Kazakova, S., Mikhaylova, A. and Safina, A. (2021). Fiscal resilience of Russia's regions in the face of COVID-19. In *Journal of Public Budgeting, Accounting & Financial Management*, 33(1), 87–94. DOI: 10.1108/JPBAFM-07-2020-0123.
- Kolomak, E. (2020). Economic effects of pandemic-related restrictions in Russia and their spatial heterogeneity. In *R-Economy*, 6(3), 154–161. DOI: 10.15826/recon.2020.6.3.013.
- Kuznetsova, O.V. (2020). Uiazvимость struktury regional'nykh ekonomik v krizisnykh usloviiah [Vulnerability of regional economies' structure in crisis conditions]. In *Federalism*, 2(98), 20–38. DOI: 10.21686/2073-1051-2020-2-20-38.
- Makin, A.J., Layton, A. (2021). The global fiscal response to COVID-19: Risks and repercussions. In *Economic Analysis and Policy*, 69, 340–349. DOI: 10.1016/j.eap.2020.12.016.
- Malkina, M. Iu. (2020). Otsenka ustoichivosti razvitiia regional'nykh ekonomik na osnove rasstoianii Mahalanobisa [Assessment of resilient development of the regional economies based on Mahalanobis distances]. In *Terra Economicus*, 18(3), 140–159. DOI: 10.18522/2073-6606-2020-18-3-140-159.
- Mikheeva, N.N. (2021). Resilience of Russian Regions to Economic Shocks. In *Studies on Russian Economic Development*, 32 (1), 68–77. DOI: 10.1134/S107570072101010X
- Pietro, F. D., Lecca, P., Salotti, S. (2020). Regional economic resilience in the European Union: a numerical general equilibrium analysis. In *Spatial Economic Analysis*, DOI: 10.1080/17421772.2020.1846768.
- Zubarevich, N.V. (2021). Vliianie pandemii na sotsial'no-ekonomicheskoe razvitie i biudzhety regionov [The pandemic's influence at socio-economic development and regional budgets]. In *Voprosy teoreticheskoi ekonomiki [Issues of Theoretical Economics]*, 1, 48–60. DOI: 10.24411/2587-7666-2021-10104.

DOI 10.17516/1997-1370-0779
УДК 504.03

Environmental Aspects of the new wave of raw materials industrialization in Asian Russia

Vadim M. Gilmundinov* and Tatyana O. Tagaeva

*Institute of Economics and Industrial Engineering of SB RAS
Novosibirsk State University
Novosibirsk, Russian Federation*

Received 25.05.2021, received in revised form 15.06.2021, accepted 28.06.2021

Abstract. The paper examines the problems of assessing the long-term impact of intensive exploitation of natural resources on the environment of a large region. Data for empirical study obtained from information of Rosstat and Annual State Reports «On the state and protection of the environment of the Russian Federation». The vast territory of Asian Russia was chosen as the object of research. The results indicate a significant increase in environmental problems at each stage of industrial development in this region. These problems are especially acute in connection with the entry of Asian Russia into the next wave of accelerated industrialization of raw materials, characterized, first of all, by a significant expansion of projects for the extraction and processing of solid minerals and hydrocarbons to new mostly undeveloped territories. This, taking into account the already accumulated environmental problems, makes additional requirements for the substantiation of plans to accelerate the socio-economic development of the region and the launch of new raw materials projects, bringing to the first place not only economic and strategic aspects, but also issues of environmental safety. This, in turn, requires not only constant monitoring of the state of the environment and protection activities of business entities, increasing the reliability and completeness of the results obtained on its basis, but also assessing the compliance of the existing institutional environment with the tasks of eliminating environmental problems accumulated in the region and reducing the negative anthropogenic impact on the environment. At the same time, the results of the analysis of both current approaches to statistical observation in this area and environmental mechanisms indicate the presence of significant imperfections in them. In this regard, it is necessary to improve the institutional mechanisms for regulating environmental protection in order to increase the sustainability of the region's development.

Keywords: sustainable development, Asian Russia, emissions of air pollutants, water pollution, production and consumption waste, environmental monitoring, environmental policy.

© Siberian Federal University. All rights reserved

* Corresponding author E-mail address: gilmundinov@mail.ru

ORCID: 0000-0002-1991-0114 (Gilmundinov); 0000-0002-9467-6436 (Tagaeva)

This study was funded by the Russian Federation represented by the Ministry of Science and Higher Education of Russia in the framework of a large-scale research project «Socio-Economic Development of Asian Russia on the Basis of Synergy of Transport Accessibility, System Knowledge of the Natural Resource Potential, Expanding Space of Inter-Regional Interactions», Agreement no. 075–15–2020–804 dated 02.10.2020 (grant № 13.1902.21.0016).

Research area: economics.

Citation: Gilmundinov V.M., Tagaeva T.O. (2021). Environmental aspects of the new wave of raw materials industrialization in Asian Russia. J. Sib. Fed. Univ. Humanit. Soc. Sci., 14(7), 998–1007. DOI: 10.17516/1997-1370-0779.

Экологические аспекты новой волны сырьевой индустриализации Азиатской России

В.М. Гильмундинов, Т.О. Тагаева

*Институт экономики и организации промышленного производства СО РАН
Новосибирский государственный университет
Российская Федерация, Новосибирск*

Аннотация. В статье исследуются проблемы оценки длительного воздействия интенсивной эксплуатации природных ресурсов на окружающую среду крупного региона. Для исследования использована информация Росстата, ежегодных Государственных докладов «О состоянии и об охране окружающей среды РФ». В качестве объекта исследования выбрана обширная территория Азиатской России. Проведенный анализ указывает на значительное нарастание экологических проблем на каждом этапе ее промышленного освоения. Особую остроту данные проблемы вызывают в связи с вступлением Азиатской России в очередную волну ускоренной сырьевой индустриализации, характеризующейся, в первую очередь, существенным расширением проектов по добыче и переработке твердых полезных ископаемых и углеводородного сырья на новые ранее преимущественно не освоенные территории. Это с учетом уже накопившихся экологических проблем предъявляет дополнительные требования к обоснованию планов по ускорению социально-экономического развития региона и запуску новых сырьевых проектов, выводя на первое место не только экономические и стратегические аспекты, но и вопросы экологической безопасности. В свою очередь, это требует не только постоянного мониторинга состояния окружающей среды и природоохранной деятельности хозяйствующих субъектов, повышения достоверности и полноты получаемых на его основе результатов, но и оценки соответствия сложившейся институциональной среды задачам по ликвидации накопленных в регионе экологических проблем и снижению негативного антропогенного воздействия на окружающую среду. В то же время результаты анализа как действующих в России подходов к статистическому наблюдению в этой области, так и природоохранных механизмов указывают на наличие в них значительных несовершенств. В этой связи необходимо совершенствование институциональных механизмов регулирования природоохранной деятельности в целях повышения устойчивости развития региона.

Ключевые слова: устойчивое развитие, Азиатская Россия, выбросы загрязняющих атмосферу веществ, загрязнение водных ресурсов, отходы производства и потребления, мониторинг состояния окружающей среды, природоохранная политика.

Статья подготовлена по результатам исследования, проводимого при финансовой поддержке Министерства науки и высшего образования Российской Федерации в рамках крупного научного проекта «Социально-экономическое развитие Азиатской России на основе синергии транспортной доступности, системных знаний о природно-ресурсном потенциале, расширяющегося пространства межрегиональных взаимодействий», Соглашение № 075–15–2020–804 от 02.10.2020 (грант № 13.1902.21.0016).

Научная специальность: 08.00.05 – экономика и управление народным хозяйством.

Введение

История хозяйственного освоения Азиатской России, объединяющей территории Сибирского и Дальневосточного федеральных округов, а также Тюменской области, характеризуется важной отличительной особенностью. Так, если мировой опыт освоения нового пространства людьми, в особенности на ранних этапах развития человеческой цивилизации, так или иначе связан преимущественно с поиском новых территорий, комфортных для проживания и ведения экономической деятельности, то в случае Азиатской России главной мотивацией для ее освоения выступал ее богатый природно-ресурсный потенциал даже несмотря на суровые природно-климатические условия на большей ее части.

Если на начальных стадиях освоения интерес представляли главным образом ресурсы лесного хозяйства и охоты, то по мере индустриализации мировой экономики четко обозначилась направленность развития данного региона на усиление сырьевой специализации. Колоссальные масштабы освоения ресурсов региона и соображения национальной безопасности потребовали комплексного подхода к освоению данной территории, численность постоянно проживающего населения которой составила на начало 2020 г. 29 млн человек. Суровые природно-климатические условия и соображения экономической целесообразности предопределили вы-

сокую концентрацию обрабатывающей промышленности в городах. В то же время восприятие Азиатской России как бескрайней территории с неиссякаемым природно-восстановительным потенциалом не способствовало бережливому отношению к окружающей среде. В результате сложилась ситуация, когда экологические проблемы накапливались десятилетиями, при этом не предпринималось действенных шагов к их разрешению. Остроту данной проблемы подчеркивает накопленный износ технологического оборудования и сооружений, в том числе по хранению опасных отходов. Данные обстоятельства ведут к тому, что действие неблагоприятных природно-климатических условий усиливается неблагоприятной ситуацией с состоянием окружающей среды, что оказывает значительное негативное влияние на привлекательность Азиатской России как среды проживания и пространства для экономической деятельности, что, в свою очередь, усиливает миграционные настроения населения, затрудняя формирование на данной территории современной высокотехнологичной экономики.

Новая волна сырьевой индустриализации Азиатской России, обусловленная главным образом ожиданиями формирования нового суперцикла на мировых сырьевых рынках, разворачивается, таким образом, на фоне накопившихся значительных экологических проблем. Это предъявляет повышенные требования как к мониторингу

состояния окружающей среды и предупреждению потенциальных угроз экологической безопасности, так и к реализации масштабных мер по ликвидации накопленных загрязнений. Вместе с тем основными хозяйствующими субъектами, оказывающими значительное воздействие на окружающую среду Азиатской России, выступают частные компании, что делает особо актуальным вопрос совершенствования природоохранного законодательства. Отдельно стоит проблема обеспечения надлежащего контроля за недропользователями в новых труднодоступных или экстремальных по природно-климатическим условиям районах промышленного освоения запасов полезных ископаемых, особенно в Арктике и Восточной Сибири.

Отметим, что в современной научной литературе накоплен богатый опыт разработки подходов, актуальных для решения указанных задач. Так, за несколько десятилетий активного развития исследований в области устойчивости развития разработаны и успешно применены для практических расчетов многие серии статистических индикаторов, отражающих взаимное влияние антропогенной нагрузки на природную среду и параметров развития экономики (Pearce, Atkinson, 1993; Kubiszewski et al., 2013; Barrington-Leigh, Escande, 2018; Hák et al., 2018; Fox, Erikson, 2020). Большой интерес вызывает активно развивающаяся концепция «зеленой» экономики. «Зеленые» тенденции являются трендом развития современной экономики и требуют новых исследований, что отмечается в постановочных работах (Porfiriev, 2016; Bobylev, Solovyeva, 2017; Danilov-Danilyan, Piskulova, 2015; Glazyrina, Zabelina, 2010). Проблемы количественной оценки устойчивости развития как на уровне России в целом, так и отдельных ее регионов достаточно широко обсуждаются в литературе. При этом значительное внимание уделяется проведению таких оценок именно на региональном уровне. Разработаны и широко используются методики оценки международно-признанных индикаторов устойчивости для различных регионов

и макрорегионов страны (Bobylev et al., 2012; Glazyrina et al., 2010; Pyzheva, 2020; Ryumina, 2013; Korobitsyn, 2015; Pyzheva et al., 2021). Наконец, немаловажной проблемой остаются ограничения использования российской макроэкономической и отраслевой статистики (Bessonov, 2015; Shirov, 2020; Pyzhev et al., 2021).

Постановка задачи

Полный спектр обозначенных выше проблем требует достаточно широкого круга исследований. В рамках данного исследования основной акцент сделан на вопросах оценки соответствия сложившихся тенденций в Азиатской России принципам устойчивого развития, а также соответствия действующей в России природоохранной системы задачам надлежащего мониторинга и улучшения качества окружающей среды.

Приоритет развития Азиатской России как крупного научного, образовательного и промышленного центра критически важен для достижения стратегических целей социально-экономического развития России. Это объясняется наличием значительного потенциала Сибири и Дальнего Востока, который может быть использован не только в ускорении собственного развития этих территорий, но и в обеспечении устойчивого экономического роста России в целом. Этот потенциал включает удобное географическое положение в непосредственной близости к самому большому в мире и динамично развивающемуся рынку Азиатско-Тихоокеанского региона, наличие крупнейших в мире запасов природных ресурсов, обилие туристско-рекреационных объектов, транспортных узлов и магистралей, развитую производственную и научно-образовательную сферы.

Однако имеющийся потенциал Азиатской России до сих пор эффективно не используется, наряду с преимуществами существуют достаточно серьезные вызовы и угрозы, а развитие региона далеко от «устойчивого». Наблюдается значительное отставание от среднероссийского уровня по ключевым социальным показателям

(ожидаемой продолжительности жизни, отношению среднедушевых доходов к прожиточному минимуму, обеспеченности транспортной, финансовой и социальной инфраструктурами и др.). Регион сталкивается с вывозом капитала и оттоком населения в европейскую часть России и за границу. Российские наилучшие доступные технологии допускают превышение образования загрязняющих веществ на многих производствах по сравнению с мировыми нормами. Наконец, значительную проблему представляет состояние окружающей среды Азиатской России.

Загрязнение атмосферного воздуха

Согласно официальным данным Росстата, в 2018 г. по сравнению с 2008 г. выбросы загрязняющих атмосферу веществ в России сократились на 4,8 %, при этом в Азиатской России – на 17,0 %. Однако достоверность приведенных данных вызывает сомнения. Так, в 2013 г. изменилась методика учета выбросов от передвижных источников (Распоряжение Росприроднадзора от 01.11.2013 №6-р), данные по которым стал предоставлять Росприроднадзор. До этого действовали методологические рекомендации, разработанные ОАО «НИИ Атмосфера». Новая методика не учитывает многие параметры (расход топлива автомобильным транспортом и его качество, специфику населенных пунктов (пробег, пробки, зимний обогрев), изменение структуры автомобилей каждого экологического класса). Так, в результате пересчета показателей по новой методике в 2010 г. по сравнению с 2009 г. в Азиатской России, несмотря на рост автопарка, на 6,5 % сократились выбросы от передвижных источников. В 2020 г. российская статистика опять перешла на новую методику (с учетом требований Таможенного Союза и ОЭСР к экологическим классам автомобилей и качеству и типам топлива), согласно которой выбросы от передвижных источников в 2019 г. в целом по России сократились в 3 раза от уровня выбросов 2018 г. В свою очередь, информация о выбросах в атмосферу, отходящих от стационарных источников,

составляется на основе отчетов о выбросах, предоставляемых самими предприятиями, которые заинтересованы в занижении их объемов для уменьшения платежей за негативное воздействие на окружающую среду.

В то же время проверить достоверность отчетных данных не представляется возможным из-за устаревшей системы мониторинга и недостатка станций для наблюдения за состоянием атмосферы. Например, в 2018 г. в Ямало-Ненецком автономном округе и в Еврейской автономной области имелось всего по одной станции, а в Республике Алтай мониторинг атмосферного воздуха не проводится вообще¹. Многие станции были установлены более 10 лет назад, когда источники выбросов, массовая застройка, схемы автодорог были совсем другими. В современных условиях посты наблюдений за состоянием атмосферы часто не фиксируют максимальные залповые выбросы или не могут определить ответственные за них предприятия.

Наихудшая ситуация с загрязнением атмосферного воздуха наблюдается в Сибирском федеральном округе (СФО). По данным Росстата, выбросы в атмосферу, исходящие от стационарных источников и автотранспорта, в СФО составляют больше 20 % суммарного объема российских выбросов. Среднедушевые выбросы (403 кг на человека в 2018 г.) почти в 2 раза превышают среднероссийский показатель (220 кг). Больше всего на душу населения выбросов от стационарных источников производится в Ханты-Мансийском АО (827,7 кг на человека в год), в Ямало-Ненецком АО (1371,5), Красноярском крае (806,9), Чукотском АО (460) при среднегодовых душевых выбросах в России в целом, равных 116,5 кг на человека в год.

В 2018 г. по сравнению с 2010 г. в части регионов наблюдается существенный рост выбросов от стационарных источников (в Тюменской области (без ХМАО и ЯНАО) – на 62,1 %, Хакасии – на 10,9 %, Иркутской области – на 7,3 %, Якутии –

¹ Государственный доклад «О состоянии и об охране окружающей среды Российской Федерации в 2018 году» (2019). М.: Минприроды России; НПП «Кадастр». 844 с.

на 59,1 %, Камчатского края – на 10,3 %, в Магаданской области – на 13,8 %, в Чукотском автономном округе – на 7,4 %). В большинстве регионов увеличились объемы выбросов от передвижных источников (сильнее всего в Республике Алтай – на 23,4 %, в Бурятии – на 47,9 %, в Хабаровском крае – на 24,8 %).

По данным докладов «О состоянии и об охране окружающей среды Российской Федерации», ежегодно в 10–15 городах СФО фиксируется превышение допустимых лимитов загрязнения воздушного бассейна в 10 и более раз (такое загрязнение характеризуется как высокое). В 2018 г. в 26 городах СФО фиксировалось высокое и очень высокое загрязнение атмосферного воздуха² (в 2019 г. в 22 городах). Более 55 % городского населения СФО (более 9 млн человек) дышат воздухом низкого качества (в республиках Тыва и Хакасия, в Алтайском и Красноярском краях, в Иркутской и Новосибирской областях – более 60 % населения). Особенно неблагоприятная экологическая ситуация сложилась в Красноярске, Кемерово, Новокузнецке, Норильске, Братске, Ангарске. По оценке экспертов Института Блэксмита³, Норильск входит в десятку самых грязных городов мира. На его долю приходится 10 % всех российских атмосферных выбросов и 2 % мировых выбросов углекислого газа. Также чрезвычайно загрязненный воздух наблюдается в Красноярском крае. По данным рейтинга IQAir компании AirVisual⁴ (данные за февраль 2020 г.), Красноярск стал первым среди крупнейших городов мира по уровню загрязнения воздуха, обойдя индийский

город Мумбаи. Лишь в семи городах СФО, в которых ведется наблюдение за состоянием атмосферы, загрязнение воздуха классифицировалось как низкое⁵.

В Дальневосточном федеральном округе (ДВО) с высоким и очень высоким загрязнением атмосферного воздуха насчитывалось в 2018 г. 10 городов и в 2019 г. – 11 городов. Среди них: Гусиноозерск, Селенгинск, Улан-Удэ, Уссурийск, Чегдомын, Чита, Южно-Сахалинск. Доля населения, проживающего в неблагоприятных экологических условиях, составляет 25 % населения ДВО (более 2 млн человек). В Бурятии в условиях плохого качества атмосферы проживал в 2018 г. 81 % населения, в Еврейской АО – 65 %, в Забайкальском крае, Амурской и Сахалинской областях – почти половина населения.

Во многих городах повышаются среднегодовые концентрации загрязняющих атмосферу веществ относительно ПДК. В то же время в последние годы законодательно были повышены ПДК загрязняющих атмосферу веществ (например, для формальдегида в 2014 г. в 3,3 раза, для фенола в 2015 г. в 2 раза, а в 2017 г. еще в 1,7 раза, с 1999 по 2017 г. максимально разовая ПДК для метилмеркаптана была повышена в 660 раз)⁶. Таким образом, статистика концентрации загрязняющих атмосферу веществ не в полной мере отражает реальную динамику уровня загрязнения атмосферного воздуха.

Загрязнение водных ресурсов

Основным фактором загрязнения поверхностных вод является сброс загрязненных сточных вод. По данным Росводресурса, за 2018 г. общий объем сброса загрязненных сточных вод в Азиатской России составил 11,8 млрд м³ – почти 20 % от общероссийского сброса. Вместе с тем с 2010 по 2018 г.

² Уровень загрязнения атмосферы считается очень высоким при ИЗА, равным или больше 14. ИЗА (комплексный индекс загрязнения атмосферы) рассчитывается по значениям среднегодовых концентраций пяти загрязняющих веществ.

³ Blacksmith Institute – научно-исследовательский институт (основан в 1999 г., расположен в Нью-Йорке), занимающийся проблемами экологии.

⁴ AirVisual – международная коммерческая компания (США, Швейцария, Китай, существует с 2015 г.), производящая мониторы качества воздуха, основанные на новейших разработках в области лазерных сенсоров, разрабатывает крупнейшую в мире базу данных о качестве воздуха в городах мира.

⁵ Список городов России с наибольшим уровнем загрязнения атмосферного воздуха (2020) // Федеральная служба по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды. – [http://voeikovmgo.ru/?id=681&lang=ru]

⁶ Нормативы ПДК и их изменения // Информационный портал «ЭкоДело». 11 октября 2019 г. – [https://ecodelo.org/rossiyskaya_federaciya/44771-normativy_pdk_i_izmeneniya]

объемы общего сброса загрязненных сточных вод снижаются практически во всех регионах (кроме Ханты-Мансийского автономного округа, Алтайского края и Томской области) и в крупных загрязняющим водные ресурсы городах.

В целом ситуация с водными ресурсами в регионах азиатской части России сопоставима со среднероссийской: среднелюдские объемы сброса загрязненных сточных вод в СФО, ДВО и в среднем по России составляют около 90 куб м на человека, в регионах Тюменской области – меньше (около 50 куб м на человека). Однако основные очистные сооружения в Азиатской России вводились в действие еще в советское время и являются, как правило, технически устаревшими. Система очистки нуждается в регулярном ремонте и замене, однако региональные бюджеты и бюджеты предприятий не позволяют обеспечивать должную очистку сбросов. Ситуация осложняется тем, что многие малые предприятия находятся в частной собственности и не имеют возможности очищать стоки (эти загрязненные сточные воды статистически не фиксируются).

Также нужно иметь в виду, что для водных ресурсов были законодательно повышены нормативы предельно допустимого содержания (ПДС) многих загрязняющих веществ в составе сточных вод, которое ранее позволяло отнести их к категории «загрязненных». Таким образом, собираемые в рамках государственной статистики данные о сбросах загрязненных сточных вод в бассейны рек не могут быть достаточным основанием для оценки изменения качества вод. Так, четыре крупные реки Азиатской России (Енисей, Амур, Обь и Колыма) остаются загрязненными, на их долю приходится половина всех случаев зафиксированного экстремально высокого и высокого загрязнения российских рек в 2018 г. Эти реки входят в десятку самых грязных рек России.

Наблюдаются экологические проблемы в прибрежных водах морей и океанов, омывающих территорию Азиатской России. К примеру, максимальное содержание

углеводородных соединений в водах Авачинской губы (Камчатка) в 2017 и 2018 гг. составило 4 ПДК. Среднегодовое значение концентрации фенолов в 2018 г. равнялось 2,0 ПДК, а максимальное – 20 ПДК. Отдельную проблему представляет загрязнение озера Байкал, сталкивающегося с угрозой экологической катастрофы от неочищенных вод Байкальского ЦБК.

Отходы производства и потребления

Ситуация с накоплением отходов в Азиатской России сложилась катастрофическая. За последнее десятилетие объем образованных отходов вырос в Азиатской России в 2,2 раза (в целом по РФ – на 87 %). Сибирский федеральный округ является абсолютным лидером по количеству образованных отходов в России: в 2018 г. объем образованных отходов составил 66,2 % от общего количества по стране. Такой крупный объем отходов связан с активной добычей полезных ископаемых, а также с образованием большого количества вскрышных пород, которые являются отходом V класса опасности и объем которых в 2018 г., по данным Росприроднадзора, составил около 99 % от общего объема образования отходов в СФО. Среднелюдское образование отходов в СФО более чем в 5 раз превышает средний российский уровень, в ДВО – более чем в 3 раза. Больше всего отходов на душу населения (более 400 т на человека в год) образуется в Хакасии, в Якутии, Кемеровской и Магаданской областях, Чукотском автономном округе.

Наибольшую долю в регионах занимают производственные отходы (более 90 %), общий объем накопления которых в Азиатской России составляет десятки миллиардов тонн. Во время разработки месторождений, а также переработки и обогащения полезных ископаемых на прилегающих к предприятиям территориях накапливаются твердые отходы добычи (отвалы, окисленные руды, илы в прудах нейтрализации рудничных вод), хвосты (отходы обогащения полезных ископаемых, имеющие минимальное содержание полез-

ного компонента – так называемые пустые породы), отходы металлургической (шлаки, золы и др.) и гидрометаллургической (шламы) переработки. Данные отходы нарушают естественные биогеохимические циклы, занимают значительные территории для складирования, загрязняют вредными и токсичными веществами, пылью, газообразными выделениями атмосферу, почву, поверхностные и подземные воды. Особую экологическую угрозу несут хвостохранилища (шламохранилища), многие из которых были построены до 1970-х гг., когда их экологическая опасность не была полностью осознана и нормы строительства не были строгими. В настоящее время возникают разломы на дне таких сооружений, по ним происходят утечки загрязняющих водные ресурсы веществ, также фиксируется и загрязнение атмосферного воздуха. Многие из таких хвостохранилищ расположены в черте городов и поселков. В то же время в этой сфере практически отсутствует система экологического мониторинга и предупреждения.

Заключение

К сожалению, можно сделать вывод, что сложившаяся ситуация в Азиатской России противоречит принципам устойчивого развития. В угоду экономическому развитию страдает экологическая составляющая устойчивости: крупные предприятия оказывают совокупное негативное влияние на окружающую среду. Во многих городах Азиатской России климатические и топографические условия не способствуют рассеиванию опасных примесей, что ведет к ухудшению экологической ситуации в регионах. А климат

сибирских и дальневосточных регионов отличается обилием антициклонов, которые препятствуют рассеиванию веществ, поднимающихся в атмосферу. Значительную проблему представляют накопленные отходы и загрязнения водных ресурсов. В то же время система мониторинга за качеством окружающей среды нуждается в существенном развитии.

Для изменения ситуации необходима институциональная перестройка условий взаимодействия общества и природы. Существующие как административные, так и экономические инструменты формирования и регулирования экологически ответственного поведения не работают. Не выполняет необходимых стимулирующих и компенсационных функций механизм платы за негативное воздействие на окружающую среду, регулярно превышаются предельно допустимые концентрации и содержание загрязняющих водные и атмосферные ресурсы веществ, тормозят реформы в сфере обращения с отходами. Необходимо совершенствовать существующие регулирующие инструменты природоохранной деятельности и вводить в практику новые механизмы, эффективно работающие в развитых странах: торговля квотами на выбросы, банки и биржи прав на загрязнение, углеродный налог и др.

Без принятия действенных мер есть вероятность того, что за счет ускоренного развития Азиатская Россия «потянет» вверх экономику России, но и «потянет» вниз экосистему не только страны, но и планеты в целом (с учетом той роли, которую играют леса, запасы пресной воды, многообразие биологических и растительных видов Азиатской России и т. д.).

Список литературы

- Бессонов, В.А. (2015). Что сохранит для истории российская статистика // Вопросы экономики, 1, 125–146. DOI: 10.32609/0042–8736–2015–1–125–146.
- Бобылев, С.Н., Минаков, В.С., Соловьева, С.Н., Третьяков, В.В. (2012). Эколого-экономический индекс регионов РФ. Методика и показатели расчета. Москва. РИО Новости. 150 р. – URL: [https://wwf.ru/upload/iblock/dc8/index.pdf].
- Данилов-Данилян, В.И., Пискулова, Н.А. (2015). Устойчивое развитие: новые вызовы. Москва, Аспект Пресс. 336 р.

Глазырина, И.П., Забелина, И.А., Клевакина, Е.А. (2010). Уровень экономического развития и распределение экологической нагрузки между регионами РФ // Журнал новой экономической ассоциации, 7, 70–88.

Коробицын, Б.А. (2015). Методический подход к учету истощения природных ресурсов, изменение состояния окружающей среды и человеческого капитала в валовом региональном продукте // Экономика региона, 3(43), 77–88. DOI: 10.17059/2015–3–7.

Порфирьев, Б.Н. (2016). «Зеленые» тенденции в мировой финансовой системе // мировая экономика и международные отношения, 60, 9, 5–16.

Рюмина, Е.В. (2013). Экологически скорректированный ВВП: сферы использования и проблемы оценки // Экономика региона, 4(36), 107–115. DOI: 10.17059/2013–4–10.

References

Barrington-Leigh, C., Escande, A. (2018). Measuring Progress and Well-Being: A Comparative Review of Indicators, *In Social Indicators Research*, 135(3), 893–925. DOI: 10.1007/s11205–016–1505–0.

Bessonov, V.A. (2015). Chto sokhranit dlya istorii rossijskaya statistika? [What Will the modern Russian Statistics have in Store for history?], *In Voprosy Ekonomiki* [Voprosy Ekonomiki], 1, 125–146. DOI: 10.32609/0042–8736–2015–1–125–146.

Bobylev, S.N., Minakov, V.S., Solovyeva, S. V., Tretyakov, V.V. (2012). *Ekologo-ekonomicheskij indeks regionov RF. Metodika i pokazateli rascheta* [Ecological and economic index of the regions of the Russian Federation. Calculation methodology and indicators]. Moscow, WWF Rossii, RIA Novosti, 150 p. – URL: [https://wwf.ru/upload/iblock/dc8/index.pdf].

Bobylev, S. N., Solovyeva, S. V. (2017). Sustainable development goals for the future of Russia. *In Studies on Russian Economic Development*, 28(3), 259–265. DOI: 10.1134/s1075700717030054.

Danilov-Danilyan, V.I., Piskulova, N.A. (2015). *Ustojchivoe razvitie: novye vyzovy* [Sustainable Development: New Challenges]. Moscow, Aspekt Press, 336 p.

Fox, M.-J. V., Erickson, J. D. (2020). Design and meaning of the genuine progress indicator: A statistical analysis of the U.S. fifty-state model. *In Ecological Economics*, 167, 106441. DOI: 10.1016/j.ecolecon.2019.106441.

Glazyrina, I.P., Zabelina, I.A. (2020). Jevons' paradox: do Russian environmental institutions contribute to green growth? *In Journal of Siberian Federal University – Humanities and Social Sciences*, 13(4), 496–506. DOI: 10.17516/1997–1370–0584.

Glazyrina, I.P., Zabelina, I.A., Klevakina, E.A. (2010). Uroven' ekonomicheskogo razvitiya i raspredelenie ekologicheskoy nagruzki mezhdru regionami RF [The level of economic development and the distribution of the environmental burden between the regions of the Russian Federation], *In Zhurnal Novoj ekonomicheskoy associacii* [The Journal of the New Economic Association], 7, 70–88.

Hák, T., Janoušková, S., Moldan, B., Dahl, A. L. (2018). Closing the sustainability gap: 30 years after «Our Common Future», society lacks meaningful stories and relevant indicators to make the right decisions and build public support. *In Ecological Indicators*, 87, 193–195. DOI: 10.1016/j.ecolind.2017.12.017.

Korobitsyn, B.A. (2015). Metodicheskij podhod k uchetu istoshcheniya prirodnyh resursov, izmeneniya sostoyaniya okruzhayushchej sredy i chelovecheskogo kapitala v valovom regional'nom produkte [Methodological approach to accounting for the depletion of natural resources, changes in the state of the environment and human capital in the gross regional product], *In Ekonomika regiona* [Economy of Region], 3(43), 77–88. DOI: 10.17059/2015–3–7.

Kubiszewski, I., Costanza, R., Franco, C., Lawn, P., Talberth, J., Jackson, T., Aylmer, C. (2013). Beyond GDP: Measuring and achieving global genuine progress, *In Ecological Economics*, 93, 57–68. DOI: 10.1016/j.ecolecon.2013.04.019.

Pearce D. W., Atkinson G. D. (1993). Capital theory and the measurement of sustainable development: An indicator of «weak» sustainability. *In Ecological Economics*, 8, 103–108. DOI: 10.1016/0921–8009(93)90039–9

Porfiriev, B.N. (2016). «Zelenye» tendencii v mirovoj finansovoj sisteme [«Green» trends in the global financial system], *In Mirovaya ekonomika i mezhdunarodnye otnosheniya [World Economy and International Relations]*, 60, 9, 5–16.

Pyzhev, A. I., Gordeev, R. V., Vaganov, E. A. (2020). Reliability and Integrity of Forest Sector Statistics – A Major Constraint to Effective Forest Policy in Russia. *In Sustainability*, 13(1), 86. DOI: 10.3390/su13010086.

Pyzheva, Yu.I. (2020). Sustainable development of single-industry towns in Siberia and the Russian Far East: what is the price of regional economic growth? *In Journal of Siberian Federal University – Humanities and Social Sciences*, 13(4), 582–590. DOI: 10.17516/1997–1370–0591.

Pyzheva, Y. I., Lapo, E. V., Syrtsova, E. A., Pyzhev, A. I. (2021). Evaluation of Genuine Savings in the Russia's far East Regions. *In Regional Research of Russia*, 11(1), 121–128. DOI: 10.1134/s2079970521010111.

Ryumina, E.V. (2013). Ekologicheski skorrektirovannyj VVP: sfery ispolzovaniya i problemy ocenki [Environmentally Adjusted GDP: Uses and Valuation Issues], *In Ekonomika regiona [Economy of Region]*, 4(36), 107–115. DOI: 10.17059/2013–4–10.

Shirov, A.A. (2020). Statistics for the Benefit of Economics and Society. *In Studies on Russian Economic Development*, 31, 3–6. DOI: 10.1134/S1075700720010141.

DOI: 10.17516/1997–1370–0780
УДК 316.4

Social Problems of Industrial Development of the Arctic Territories

Evgenia V. Potravnaya*

*Interregional Centre for Environmental Audit and Consulting
Moscow, Russian Federation*

Received 24.05.2021, received in revised form 15.06.2021, accepted 29.06.2021

Abstract. The article considers the mechanism of taking into account and evaluating the opinion of the population when implementing investment projects for industrial development of the territory in the Russian Arctic. To identify priority social problems, it is proposed to conduct sociological surveys of the population throughout the life cycle of projects. The information base of the study was the materials of ethnological expertise of projects for the exploration and production of alluvial diamonds in the Anabar and Oleneksky ulus (districts) of the Republic of Sakha (Yakutia), as well as sociological surveys of the population in the framework of assessing the consequences of the diesel fuel spill in Norilsk and the consequences of its impact in the Taimyr Dolgan-Nenets Municipal District of the Krasnoyarsk region.

Based on the conducted surveys of the population, the article identifies social problems associated with the industrial development of the territory and gives a comparative analysis of social problems at different stages of the implementation of mining projects. Besides, the article discusses the low level of income of the population, the outflow of young people, the reduction in the number of objects of traditional use, and the problems of preserving cultural traditions. It also draws conclusions about the relationship of social problems and proposes measures to reduce the consequences of identified social problems.

Keywords: Industrial development of the territory, project, social problems, the Arctic, indigenous peoples, ethnological expertise, economic sociology.

The article was prepared with the support of the grant of the Russian Foundation for Basic Research (RFBR), project No. 20–010–00252 «Economic and legal mechanisms of regulation and development of territories of traditional nature use in the context of industrial development of the Arctic».

Research area: economic sociology.

Citation: Potravnaya, E.V. (2021). Social problems of industrial development of the Arctic territories. J. Sib. Fed. Univ. Humanit. Soc. Sci., 14(7), 1008–1017. DOI: 10.17516/1997–1370–0780.

Социальные проблемы промышленного освоения арктических территорий

Е.В. Потравная

*Межрегиональный центр экологического аудита и консалтинга
Российская Федерация, Москва*

Аннотация. В статье рассматривается механизм учета и оценки мнения населения при реализации инвестиционных проектов промышленного освоения территории в Российской Арктике. Для выявления приоритетных социальных проблем предлагается проведение социологических опросов населения по всему жизненному циклу проектов. Информационной базой исследования являлись материалы этнологической экспертизы проектов по разведке и добыче россыпных алмазов в Анабарском и Оленекском улусах (районах) Республики Саха (Якутия), а также социологические опросы населения в рамках оценки последствий разлива дизельного топлива в г. Норильске и последствия его влияния в Таймырском Долгано-Ненецком муниципальном районе Красноярского края. На основе проведенных опросов населения выделены социальные проблемы, связанные с промышленным освоением территории, дан сравнительный анализ социальных проблем на разных стадиях реализации добывающих проектов: низкий уровень доходов населения, отток молодежи, сокращение количества объектов традиционного пользования, проблемы сохранения культурных традиций. Сделаны выводы о взаимосвязи социальных проблем, предложены меры снижения последствий выявленных социальных проблем.

Ключевые слова: промышленное освоение территории, проект, социальные проблемы, Арктика, коренные малочисленные народы, этнологическая экспертиза, экономическая социология.

Статья подготовлена при поддержке гранта Российского фонда фундаментальных исследований (РФФИ), проект № 20–010–00252 «Экономико-правовые механизмы регулирования и развития территорий традиционного природопользования в контексте промышленного освоения Арктики».

Научная специальность: 22.00.03 – экономическая социология.

Introduction

Implementation of «Strategy for the Development of the Arctic Zone of the Russian Federation and Provision of National Security for the Period through 2035» (2020) deals with the implementation of a range of measures on socio-economic development of the territory including the implementation of investment projects for exploration and extraction of minerals, development of transport and social infrastructure. Such an approach is inextricably intertwined with the enhancement of life quality of the population, reduction in the population outflow from the Arctic region,

employment creation, poverty reduction, and environmental improvement (Belonozhko et al., 2018).

Meanwhile, industrial development of the Arctic territories, implementation of projects on exploration and extraction of minerals may bring about adverse environmental impact, alongside with achieving positive socio-economic results (Burtseva, Potravny, Gassiy, 2019). It should be considered that most indigenous peoples of Russia live in the North where natural resources are being intensively developed. Such an activity is likely accompanied with the alienation of territories and a negative impact on habitual

lifestyle of the local population (Gassiy, Potravny, 2019).

Industrial development of the Arctic affects the interests of the indigenous peoples of the North which is fraught with the issues of compensation for potential losses incurred by the indigenous peoples in the area of project implementation as well as with the issues of protection of their rights and provision of economic guarantees in terms of the impact made on their indigenous environment (Zander, Pyzheva, Pyzhev, 2014).

Inadequate attention to social and ethnological factors in the framework of industrial development of the Arctic may lead to the conflict of interests (Tysiachniouk et al., 2020). This implies the elaboration of measures on protection of rights and interests of the indigenous peoples in the context of implementation of investment projects in the Arctic zone of the Russian Federation (Tulaeva et al., 2019) as well as the development of a mechanism of providing sustainable socio-economic development in this territory and addressing the emerging social problems (Denisov et al., 2020).

Applying this approach is related to the development of mechanism of record keeping and evaluation for assessing the opinion of local population in the area of a planned and ongoing activity in terms of identification and addressing the emerging social problems.

Theoretical framework

In a broad sense, social problems are understood as specific situations, events or conditions that can make a direct or indirect negative impact on the society. Max Weber laid the foundations of the study of social problems that initially dealt with the issues of unequal distribution of wealth (Gerth, Turner, 2009; Kim, 2007). Later on, the nature and scope of social problems underwent a substantial transformation due to the changing economic, environmental and social circumstances as well as changes in the living standards, quality of life and sentiments of the people (Zarubina, Serova, 2018). For instance, implementation of a range of the Arctic projects may be accompanied with various losses, damages and

lost benefits of the indigenous peoples of the North caused by withdrawal of the territories of traditional nature management for industrial purposes, reduction of their resource productive capacity, and transformation of ethnosocial living environment of the local population (Burtseva, Bysyina, 2019). In this context, the study and analysis of social problems in terms of industrial development of the Arctic territories is closely linked to the study of economic behaviour of the indigenous peoples (Potravnaya, Kim, 2020), consideration of gender sensitivity in terms of communication between mining companies and the local population (Potravnaya, 2020).

Moreover, new social problems that make an impact on the life of the indigenous peoples and the development of traditional industries can include effects of the COVID-19 pandemic (Sleptsov, Potravnaya, 2020). For instance, the COVID-19 pandemic exacerbates connection between responsible behaviour of population, such as self-isolation and social distancing, and economic behaviour of people such as keeping a job and earning income as well as their adaptation to harsh conditions of the pandemic situation.

In addition, climate change may be included in the list of new social problems in the Arctic context (Berman, Schmidt, 2019).

In this context, analysis and evaluation of positive and potential negative changes that are occurring or may occur in the future in the life of people living in the Arctic area in the framework of industrial development of the territory as well as the assessment of trends to such changes take on particular importance.

Statement of the problem

A specific problem considered in the article is the development of mechanism of social monitoring of public opinion in the context of implementation of projects on industrial development of the Arctic. Such a mechanism suggests the existence of a system of collection, analysis and inventory of data aimed at addressing the emerging problems and the development of methodological framework and analytics in regards to prospective lines of the development of the Arctic territory.

At present, in certain regions and subjects of the Russian Federation such as the Republic of Sakha (Yakutia), specific legal framework regulates the issues of carrying out ethnological evaluation of projects. This evaluation will allow assessing the impact of changes of primordial living environment of the indigenous peoples and sociocultural situation made on the ethnos development (Sleptsov, Petrova, 2019). A widespread use of sociological methods of research is suggested for applying this approach.

Globalization processes are inextricably intertwined with the industrial development of the Arctic region. The industrial development involves close interaction between the indigenous peoples and mining companies. Hence it follows that the nature of this communication is bilateral. This is how local people that had been primordially living in the region that is rich in natural resources accept industrial development of their territory. The companies arranging their work in the areas where ethnic groups with their traditions and culture had been historically living should build up effective relations with these population groups in order to resolve the problems of individuals and contribute to socio-economic development of the entire territory. Such a type of communication became a frequent practice in terms of corporate social responsibility. Most major companies implementing their projects in the North such as Nor Nickel have special units on relations with the indigenous peoples.

However, the processes that are underway in the Arctic districts show that the corporate social policy may be insufficient, or, in contrast can bring about positive outcomes for social life of the society. For instance, it can be observed that COVID-19 pandemic of 2020 contributed to global identification of social problems which require new solutions. Moreover, in this regard one should mention the social problems that emerged due to the environmental harm caused by the ecological disaster in Norilsk in the context of traditional industrial development of the region.

Local people perceive the outflow of young people from the region as a social-economic

problem which may hinder the development of the Arctic districts.

Therefore, carrying out sociological research in the framework of justification and implementation of investment projects in the Arctic should contribute to stabilization of social tension in the context of implementation of investment projects aimed at the development of the Arctic area. The goal of such research is addressing specific problems in the framework of individual projects as well as accumulating and generalizing experiences of projects for developing comprehensive measures aimed at the development of the north areas.

Methods

The methodological framework of research is a concept of wealth distribution by stakeholders (business, authorities and local population) in the context of industrial development of the Arctic (Petrov, Tysiachniouk, 2019). One of research methods is ecological assessment of industrial development in the Arctic in terms of which the high-priority socio-economic, environmental and ethnological issues of public concern were identified in the framework of sociological surveys.

Thus, the research is based on results of sociological surveys carried out by the author with the involvement of population of the Arctic districts where projects on industrial development of the region are being implemented. The objective of research was to form a picture of social-psychological characteristics and motivation attitudes of the indigenous peoples of the Arctic in the area of planned activity, and identify trends of interaction between stakeholders based on the study of economic behaviour in the area of implementation of investment projects.

The surveys were carried out in the framework of the project ethnological evaluation in the Arctic region of the Russian Federation, particularly in the Republic of Sakha (Yakutia) and Taymyr Dolgano-Nenets Municipal District, the Krasnoyarsk Krai (Region). A cluster survey by a complete census was applied for the study where the clusters are settlements in the area of industrial development projects of the Arctic. All respondents involved in the

sample were voting citizens aged 18 and older who were interviewed at special meetings with the representatives of a scientific expedition. A face-to-face questionnaire survey where respondents checked the applicable answers was applied as a method of research. In the course of questioning, representatives of the scientific expedition helped respondents who had difficulty understanding questions due to language problems.

As a model information base, they considered projects on assessing the impact made on ethnological environment for the exploration of alluvial diamonds and gold in the placers on the Anabar River, Olenyoksky District, the Ochuos stream, and the Lyaseger-Yuryakh stream, Anabarsky (Dolgano-Evenkiysky) national *ulus* (district) of the Republic of Sakha (2020), as well as the project on assessing the impact made on ethnological environment in terms of mitigation of consequences of Norilsk diesel oil spill that took place near Norilsk on 29 May, 2020.

Discussion

In the current context of industrial development of the Arctic, record keeping and evaluation of ethnosocial aspects of regional development takes on great importance. Ethnosocial aspects are understood as ethnic and social factors influencing behaviours of local population of the North in the context of implementing industrial projects in their region. Consideration and registration of such ethnological requirements should be carried out throughout the entire project life cycle.

Figure 1 shows the stages and procedures of applying sociological research on record keeping in terms of interests and preferences of the indigenous peoples of the North at various stages of the project life cycle. Consideration and record keeping of ethnological aspects in the framework of justification of investment projects on industrial development of the Arctic should cover the three key stages:

1) Carrying out sociological surveys involving population living in the investment project area at the stage of justification and ethnological evaluation of a planned activity.

2) Carrying out ethnological (ethnosocial) monitoring of the project at the implementation stage.

3) Carrying out ethnological audit at the finalizing stage of the project.

For instance, in the context of implementation of the project on exploration of alluvial diamonds on the Bolshaya River in Olenyoksky District (Yakutia), a part of the territory used for fishing, hunting, and wild crops conservation by local people may be removed from economic turnover. Such factors must be considered and discussed with local residents at the justification stage of the project (stages of public hearings and ethnological evaluation of the project). On the other hand, there are examples of implementation of investment projects which may cause environmental effect along with the social-economic impact and contribute to the development of ethnos and culture of the local population.

Carrying out ethnosocial research at this stage will allow for identification of expectations and preferences of the indigenous peoples of the North in the context of mining in the districts of traditional nature management including the issues of mining company's assistance in traditional nature management, raw material processing, and introducing state-of-the-art technologies in food processing (meat and fish) (Fig. 1).

Objectives of sociological surveys are as follows:

1. Identification of local people's attitudes towards social-economic issues and environmental problems as well as to the issues related to traditional culture preservation; development of recommendations on improvement of the quality of life in the district.

2. Identification of most promising areas in the district development.

3. Identification of local people's attitudes towards economic activity of the companies involved in the area of mineral exploration and mining.

4. Identification of possible compensation formats in the context of economic activity in the district's territory.

5. Analysis of needs and attitudes of local residents that must be considered by business

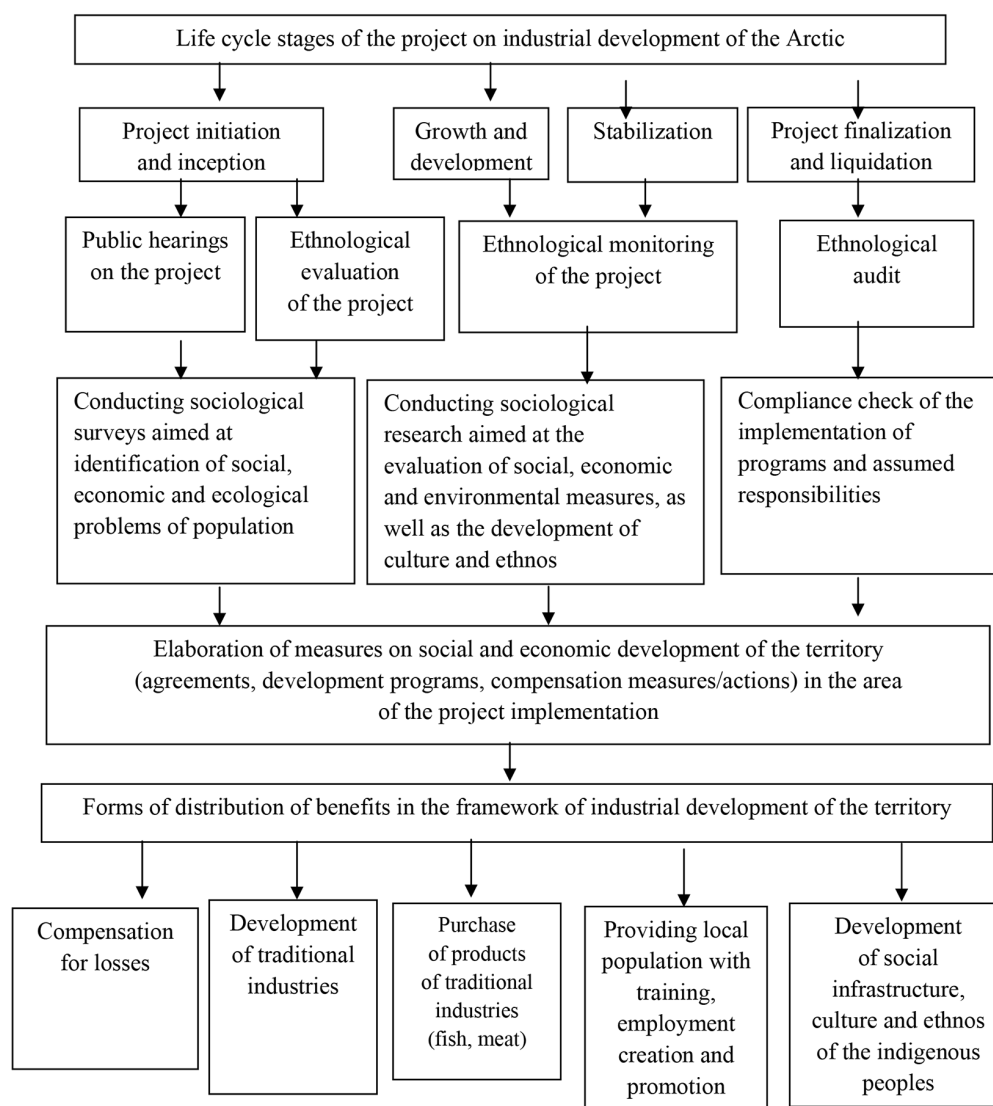


Fig. 1. Registration of ethnosocial aspects of development of life activity of the indigenous peoples of the North at various stages of life cycle of the projects on industrial development of the Arctic

companies in the framework of their economic activity.

On the other hand, carrying out sociological surveys in the framework of ethnological evaluation of consequences of accidental oil spill in Norilsk in 2020 allow for identifying changes that took place among the population after the accident and for determining high demand social issues including justification of compensatory measures of support of the in-

digenous peoples and their traditional industries (Potravny, 2020; Samsonova et al., 2021).

After the project completion, it is recommended to carry out ethnological audit (stage of project finalization and liquidation) which will provide for evaluation of degree of conformity of declared project objectives and their implementation, and showing the extent to which the earlier declared project objectives and their implementation were considered in the project in

terms of funding allocated by corporate subsoil user for social-economic, cultural and ethnos development in the district.

Conclusion / Results

Sociological surveys carried out in Olenyoksky District, Yakutia, in the framework of ethnological evaluation of the project on alluvial diamonds exploration and mining resulted in identification of key social-economic issues of the local people's major concern (Table 1).

The surveys were carried out in the rural localities of Olenyok and Kharyyalakh in August and September 2020 with the involvement of 130 respondents.

Increase in food prices is a problem of primary importance among social-economic problems for 32.2 % of respondents. 20.7 % of respondents mentioned low income as the second major concern. Thus, over half of respondents are concerned over these two problems. During the interviews, the respondents also mentioned a problem of expensive airfares. The

third most important issue is that local people are concerned over the lack of employment opportunities (18 %) and access to health care (11,5 %).

The respondents are rather serious about the assessment of environmental situation (Table 2).

Traditional nature management, such as reduction in deer population and change in their migration routes (23,1 %) as well as reduction in numbers of facilities of traditional industries (19,1 %) are issues of major concern of the local population. Respondents are also concerned over the lack of waste management and recycling system (17,1 %) and pollution of environment (16,4 %). Additionally, respondents from the rural localities of Yuryung-Khaya and Saskylakh of Anabarsky District, Yakutia, mentioned fall in water level in the Anabar River (12,3 % of respondents) which they associate with climate change, bank caving and mining companies' activity. In certain districts, namely the rural localities of Sred-

Table 1. Social-economic problems of concern identified by residents of Olenyoksky District, Yakutia

Problem	Ratio of total number of respondents (%)
Lack of employment opportunities	18.0
Low income	20.7
Increase in food prices	32.2
Low level of health care	11.5
Transportation problems	17.6
Total	100.0

Table 2. Environmental issues that are the matters of concern for local residents

Environmental problems	Ratio of total number of respondents (%)
Environmental pollution (river, tundra)	16,4
Reduction in deer population and change in their migration routes	23,1
Reduction in numbers of facilities of traditional industries	19,1
Lack of waste management and recycling system	17,1
Poaching	10,4
Climate change	14,0
Total	100,0

nekolymsk and Svatay of Srednekolymsky District (Yakutia), the respondents also identified a problem of area flooding and overflowing in terms of thawing permafrost.

According to respondents (ratio of total number,%), the issues related to traditional culture preservation in the territory of planned activity are as follows: the outflow of young people from the native area (20,6 %), lack of organized leisure (18,9 %), loss of ties with the native culture or traditions (16,6 %), a problem of sales of products of traditional industries (17,6 %), and preservation of the native tongue and culture (26,4 %).

In addition, the respondents emphasized the key areas where the mining company might provide assistance in resolving social problems, namely, housing construction (27,9 %), support of development of traditional industries (21,1 %), youth employment (18,7 %), development of transport infrastructure (14,1 %), development of social infrastructure (12,6 %), small business support (3,5 %), and development of tourism (2,1 %). Nearly half of the respondents are aware of the fact that the project for industrial development of the Arctic affords employment opportunities at home and contribute to improvement of the quality of life in the place of residence.

Sociological surveys carried out in the framework of ethnological evaluation of consequences of diesel fuel spill in Norilsk allowed establishing pressing social issues caused by environmental disaster. Alongside with the Internet survey, face-to-face interviews involving respondents representing all stakeholders including Norilsk employees were conducted as well. The survey was carried out in the period from August through October, 2020. It involved 170 residents of Taymyrsky Dolgano-Nenetsky Municipal District, the Krasnoyarsk Krai, including 49,4 % of men and 50,6 % of women.

The respondents emphasized specific issues and changes that took place in their life activities after diesel fuel spill. For instance, they mentioned reduction in fish and meat in the district, increase in food prices, giving up traditional industries in the polluted areas, etc. The respondents also indicated the following

challenges that local people faced after the accident (ratio of total number,%), namely, harmfulness of fishing in the polluted areas (22,8 %), change in deer migration routes caused by petroleum products spill (19,5 %), fear for the health of relatives (18,4 %), changes in transportation activities (4,3 %), deterioration in the quality of life (22 %), and need for removal to a different district (13 %).

The respondents also gave the following comments on the problems emerged after the accident, «Representative of the indigenous peoples lost their income due to pollution», «the accident consequences caused reduction in income among the indigenous communities», and «it is difficult to provide for the families.» In addition, the respondents mentioned the changes in psychological condition after petroleum products spill such as fear, anxiety and deterioration of psychological situation among those living in the polluted territories (stress and depression). As for environmental changes and challenges, the respondents indicated impairment of quality of water that local people use for drinking. Meanwhile, a large percentage of respondents stated their willingness to cooperate with the mining company in terms of managing of accident consequences and addressing the emerging problems (74 %).

Conclusion

As a result of conducted surveys, a range of areas of social problems of the Arctic districts in the region of industrial development of the territory are identified, such as social-economic problems including low income and infrastructure development of the settlement area, ecological problems caused by environmental pollution, particularly in terms of the projects on industrial development of the Arctic region, and social-cultural problems determined by the difficulties of preservation of ethnic cultural traditions and types of traditional nature management. The problems identified are inextricably intertwined with each other as environmental degradation makes an impact on reduction in deer population and change in their migration routes, and low income is related to the lack of employment opportunities. The performed analysis shows that social

problems identified in the area of industrial development of the Arctic districts are similar to those experienced by people elsewhere. However, a growing trend to identification of pressing social and cultural issues in terms of lost ties with the native culture experienced by people should be emphasized. In this regard, correlation between the outflow of people and cultural changes in the life of the indigenous peoples is observed. Comprehension of this problem changes the local people's understanding of traditional life in the Arctic regions.

Negative experience of industrial development in the Arctic also reinforces social tension. Alongside with the above mentioned problems, there is a lack of public awareness which sparks rumours, creates uncertainty, and causes fear among the local population.

Identified social problems should be taken into account in the framework of the projects of industrial development of the territory. Conducting social monitoring of local people's at-

titudes towards the ongoing projects, high level of local people's awareness of the ongoing projects as well as paternalistic culture of mining and investment companies may contribute to reduction of social tension and rise in the standard of living of the indigenous peoples.

The approach suggested for public opinion study in the framework of justification of the projects on industrial development of the Arctic based on sociological surveys is aimed at developing a mechanism of social monitoring of considering the interests and needs of local population and addressing emerging social problems. Carrying out sociological surveys of the indigenous peoples of the North may contribute to designing programs on social and economic development of the territory (Novoselov et al., 2020), introducing procedures of taking into account the peoples' interests as well as developing new communication strategies of cooperation between the mining companies and the local residents.

References

- Belonozhko, M.L., Silin, A.N., Barbakov, O.M., Gyurdzhinyan, A.S. (2018). Sotsial'nye problemy v samootsenkakh naseleniia arkticheskoi zony Rossii [Social problems in the self-assessment of the population of the Arctic zone of Russia]. In *Sotsiologicheskie issledovaniia* [Sociological Research], 4, 112–117. Available at: 10.7868/S0132162518040128.
- Berman, M., Schmidt, J.I. (2019). Economic effects of climate change in Alaska. In *Weather, Climate, and Society*, 11, 245–258.
- Burtseva, E.I., Potravny, I.M., Gassiy, V.V., etc. (2019). *Ekonomika traditsionnogo prirodopol'zovaniia: vzaimodeistvie korennykh narodov Severa i biznesa v rossiiskoi Arktike* [The Economy of Traditional Nature Management: Interaction between the Indigenous Peoples of the North and Business in the Russian Arctic], Edit. by E. I. Burtseva and I. M. Potravny. Moscow, Ekonomika, 318 p.
- Burtseva, E., Bysyina, A. (2019). Damage Compensation for Indigenous Peoples in the Conditions of Industrial Development of Territories on the Example of the Arctic Zone of the Sakha Republic. In *Resources*, 8(14).
- Gassiy, V., Potravny, I. (2019). The Compensation for Losses to Indigenous Peoples Due to the Arctic Industrial Development in Benefit Sharing Paradigm. In *Resources*, 8(2), 71. Available at: <https://www.mdpi.com/2079-9276/8/2/71>
- Denisov, V.N. Chernogradskii, I.M., Potravny, I.M., Ivanova, P. Yu. (2020). Directions of the Balanced Socioeconomic Development of the Arctic Zone of Russia (with the Example of Yakutia). In *Studies on Russian Economic Development*, 31(4), 404–410. Available at: https://ideas.repec.org/a/spr/sorede/v31y-2020i4d10.1134_s107570072004005x.html
- Gerth, H.H., Turner, B.S. (2009). *From Max Weber: Essays in Sociology*. London, Routledge, 490 p.
- Novoselov, A., Potravny, I., Novoselova, I., Gassiy, V. (2020). Sustainable Development of the Arctic Indigenous Communities: The Approach to Projects Optimization of Mining Company. In *Sustainability*, 12(19), 7963. Available at: <https://www.mdpi.com/2071-1050/12/19/7963>

Petrov, A.N., Tysiachniouk, M.S. (2019). Benefit Sharing in the Arctic: A Systematic View. In *Resources*, 8, 155. Available at: <https://www.mdpi.com/2079-9276/8/3/155>

Potravnaya, E., Hye-Jin, Kim (2020). Economic Behaviour of the Indigenous Peoples in the Context of the Industrial Development of the Russian Arctic: A Gender-Sensitive Approach. In *REGION: Regional Studies of Russia, Eastern Europe, and Central Asia*, 9(2), 101–126.

Potravnaya, E.V. (2020). Gendernye osobennosti vospriiatiia ekologicheskikh problem korenny-mi narodami Severa Rossii [Gender features of perception of ecological problems by indigenous peoples of the North of Russia]. In *Narodonaselenie [Population]*, 23(20), 73–85. Available at: [10.19181/population.2020.23.2.7](https://doi.org/10.19181/population.2020.23.2.7).

Potravny, I.M. (2020). Etnologicheskaiia ekspertiza posledstviia avariinogo zagriazneniia okruzhaiushchei sredy [Ethnological examination of the consequences of accidental environmental pollution]. In *Ekologiya, Ekonomika, Informatika. Seriya: Sistemnyi analiz i modelirovanie ekonomicheskikh i ekologicheskikh sistem [Ecology. Economy. Computer science. Series: System analysis and modelling of economic and environmental systems]*, 1(5), 282–286. Available at: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=44111583>

Sleptsov, A., Petrova, A. (2019). Ethnological Expertise in Yakutia: The Local Experience of Assessing the Impact of Industrial Activities on the Northern Indigenous Peoples. In *Resources*, 8(123). Available at: <https://www.mdpi.com/2079-9276/8/3/123> (accessed: 07 May 2021)

Sleptsov, A.N., Potravnaya, E.V. (2020). Vliianie pandemii koronavirusa na zhizn' Arkticheskikh regionov v otsenkah naseleniia [The impact of the coronavirus pandemic on the life of the Arctic regions in population estimates]. In *Sotsiologicheskie issledovaniia [Sociological Research]*, 7, 144–147. Available at: https://www.isras.ru/index.php?page_id=2623&jn=socis&j=85&y=2020&n=7&base=

Kim, S.H. (2007). Max Weber. In *Stanford Encyclopaedia of Philosophy* (Cambridge University Press), 214 p.

Samsonova, I.V., Potravny, I.M., Pavlova, M.B., Semyonova, L.A. (2021). Otsenka ubytkov, prichinen-nykh korennyim malochislennym narodam Severa v Taimyrskom Dolgano-Nenetskom raione Krasnoyarskogo kraia vsledstvie razliva dizel'nogo topliva na TETS-3 v Noril'ske [Assessment of losses caused to the indigenous peoples of the North in the Taimyr Dolgano-Nenets District of the Krasnoyarsk Territory due to the diesel spill at TPP-3 in Noril'sk]. In *Arktika: ekologiya i ekonomika [Arctic: Ecology and Economy]*, 11(2), 254–265. Available at: <http://arctica-ac.ru/article/532/>

Tysiachniouk, M.S., Henry, L.A., Tulaeva, S.A., Horowitz, L.S. (2020). Who benefits? How interest-convergence shapes benefit-sharing and indigenous rights to sustainable livelihoods in Russia. In *Sustainability*, 12(21), 1–22, 9025.

Tulaeva, S., Tysiachniouk, M., Henry, L., Horowitz, L. (2019) Globalizing extraction and Indigenous rights in the Russian Arctic: The enduring role of the state in natural resource governance. In *Resources*. Available at: <https://www.mdpi.com/2079-9276/8/4/179>

Zander, E.V., Pyzheva, Yu.I., Pyzhev, A.I. (2014). Mekhanizmy kompensatsii ushcherba, nanosimogo predpriiatiiami-nedropol'zovateliami korennyim malochislennym narodam [Mechanisms of compensation of the damage caused by the enterprises-subsurface users to indigenous small-numbered peoples]. In *Regional'naya ekonomika: teoriia i praktika [Regional Economy. Theory and Practice]*, 7, 29–36.

Zarubina, Yu.N., Serova, E.A. (2018). *Sotsial'nye problemy sovremennogo obshchestva [Social problems of modern society]*. Yaroslavl, Yaroslavskii gosudarstvennyi universitet, 36 p.

DOI: 10.17516/1997–1370–0781
УДК 519.876.5; 004.942

Input-Output Table Regionalization and Multiregional Input-Output Model Development Algorithm

Yurii S. Ershov^{*a}, Naimdzhon M. Ibragimov^{a,b}
and Aleksandr I. Dushenin^b

^a*Institute of Economics and Industrial Engineering of the SB RAS
Novosibirsk, Russian Federation*

^b*Novosibirsk National Research State University
Novosibirsk, Russian Federation*

Received 11.10.2020, received in revised form 02.06.2021, accepted 02.07.2021

Abstract. The main problems of constructing multiregional input-output (IO) models used for the development of spatial and sectoral long-term national economy forecasts are caused by the absence of proper statistics. Therefore, it is necessary to make up the input-output tables (IOTs) based on a limited set of direct and indirect indicators that measure spatial patterns of production, consumption, capital formation, etc., sufficiently accurate for filling up multiregional IO models. The paper discusses Russian IOT spatial mapping problems and proposes an approach to partial automation of the procedures necessary for regional IOT construction (by federal districts). The regionalization was carried out using a static IO model with the bounding sum control. As a result, a set of consistent regional tables for 2015 was developed, with the eight IOT sum equalling Russia's IOT. Based on the estimated regional IOTs, a static multiregional input-output model (OMIOM) across federal districts for 2015 was made up. The model allows us to proceed to the follow-up phase, i. e., developing a semi-dynamic model for long-term national economic projection computations.

Keywords: multiregional input-output models, federal districts, types of economic activities, input-output table, supply and use tables.

The article was prepared in accordance with the Research Plan of the IEIE SB RAS, Project 5.6.6.4. (0260–2021–0007). «Tools, technologies and results of analysis, modelling and forecasting of the spatial development of the socioeconomic system of Russia and its specific territories».

Research area: economics.

© Siberian Federal University. All rights reserved

* Corresponding author E-mail address: erylus@mail.ru, naimdjon.ibragimov@nsu.ru, a.dushenin@g.nsu.ru
ORCID: 0000-0003-3526-3727 (Ershov); 0000-0001-8540-5039 (Ibragimov)

Citation: Ershov, Yu.S., Ibragimov, N.M., Dushenin, A.I. (2021). Input-output table regionalization and multiregional input-output model development algorithm. J. Sib. Fed. Univ. Humanit. Soc. Sci., 14(7), 1018–1027. DOI: 10.17516/1997–1370–0781.

Алгоритм регионализации таблицы «затраты-выпуск» и построения межрегиональной межотраслевой модели

Ю.С. Ершов^а, Н.М. Ибрагимов^{а,б}, А.И. Душенин^б

*^аИнститут экономики и организации
промышленного производства СО РАН
Российская Федерация, Новосибирск*

*^бНовосибирский национальный исследовательский
государственный университет
Российская Федерация, Новосибирск*

Аннотация. Главные проблемы построения межрегиональных межотраслевых моделей, используемых для разработки пространственного и отраслевого разрезов долгосрочных народнохозяйственных прогнозов, обусловлены отсутствием в полном объеме прямых статистических данных, т. е. региональных таблиц распределения товаров и услуг. Расчет этих таблиц приходится осуществлять исходя из ограниченного набора прямых и косвенных показателей, которые позволяют определить пространственные структуры производства, потребления, накопления основного капитала и т. п. с точностью, достаточной для дальнейшего их использования в информационном наполнении межрегиональных межотраслевых моделей. В статье рассматриваются проблемы пространственной разверстки общероссийской таблицы «затраты-выпуск» и предлагается авторский подход к частичной автоматизации процедур, необходимых для построения совокупности региональных таблиц (по федеральным округам). Регионализация производилась с помощью статической межотраслевой модели с контролем окаймляющих итогов. В результате был получен набор непротиворечивых региональных таблиц по состоянию на 2015 г. – сумма восьми таблиц «затраты-выпуск» точно совпадает с общероссийской таблицей. На базе таких оценочных региональных таблиц была построена статическая межотраслевая межрегиональная модель в разрезе федеральных округов РФ за 2015 г., необходимая для выполнения последующего этапа работ – разработки полудинамической модели, используемой для расчета вариантов долгосрочных народнохозяйственных прогнозов.

Ключевые слова: межрегиональные межотраслевые модели, федеральные округа, виды экономической деятельности, таблица «затраты – выпуск», таблицы ресурсов и использования.

Статья подготовлена по плану НИР ИЭОПП СО РАН, проект 5.6.6.4 (0260–2021–0007) «Инструменты, технологии и результаты анализа, моделирования и прогнозирования пространственного развития социально-экономической системы России и её отдельных территорий», № 121040100262–7.

Научная специальность: 08.00.00 – экономические науки.

Introduction

The diversity of economic and social conditions, the enormous regional differentiation by the level of socioeconomic development, and the importance of a background for the efficient common economic space require accounting for industry-specific and spatial aspects in forecasting and socioeconomic analysis. In its turn, that presumes the use of adequate analytical and prognostic tools. Such studies examine the established trends and their causes and identify the objective, long-term, accidental, short-term factors among them. This is the primary research domain of the Institute of Economics and Industrial Engineering (IEIE) SB RAS, preceding further regional economic forecasting studies (Ershov, 2020; Kuleshov et al., 2013; Ershov, 2016; Ershov, 2015). Many authors representing other research centres also pay much attention to the spatial aspects of Russia's economic development (Ershov, 2020; Mikheeva, 2017). The crucial factor shaping the fundamental economic development trends in different regions is their specialization. Therefore, in-depth analysis is impossible without considering the sectoral structure and the specifics of interregional relations (Mikheeva, 2006). Multiple authors agree on the decisive role of the national factors (Mikheeva, 2018) in the regional economic development, and, at the same time, on the significant impact made by certain regional factors that differentiate the economic growth rates, especially in the crisis periods, to a considerable extent (Ershov, 2012; Granberg et al., 2011).

Apart from the traditional long-term forecasting of the Russian economy in the sectoral and spatial aspects, the Institute of Economics and Industrial Engineering pursues a rather unique line of research regarding the specifics of interregional interactions that cannot be defined without adequate economic-and-mathematical tools: coalition analysis, enabling to assess the level of complementarity and interdependence between regional economies, and studies aimed at searching the state of equilibrium and the essence of multiregional systems [Suslov et al., 2019; Vasil'ev, Suslov, 2011; Vasil'ev, Suslov, 2010).

Economic forecasting is not the only domain in which the input-output models of national and multiregional statements can be used. They form the basis for studying such aspects, as, for instance, prediction and analysis of gas emissions (Li, Li, 2020; Wang et al., 2020; Xin et al., 2020) and related energy interlinkages across regions (He et al., 2019; Liu et al., 2021) or investment efficiency assessment (Mikheeva et al., 2011).

Obviously, the quality of the results obtained using multi-regional input-output models (MIOMs) depends directly on the validity of their content. At present, the model-software complex of the Institute comprises several interrelated models. A static multi-regional input-output model is essential as an optimization model (OMIOM). Moreover, it serves as a foundation for all other structures.

The primary purpose of the model-software complex (MSC) is to coordinate the macroeconomic, sectoral and regional long-term forecasts regularly, experimentally estimate the predicted scenarios for the development of the Russian national economy, and assess the role of territorial and foreign-economic factors in shaping the spatial structure of the economy (Granberg et al., 2007).

A previously developed MSC was used as a blueprint for this work. Along with a point IOM, it comprises two spatial IOMs covering 40 types of economic activities¹ (further on referred to as sectors); i. e., a static (2013) multi-regional model across 8 federal districts for the base year 2013, and a semi-dynamic multi-regional model covering the period up until 2030. The models were filled with information manually.

After Rosstat published the IOTs for 2015 and the Ministry of Economic Development presented the macro-indicators of national economic development until 2036, accelerating the procedures for filling up the informational content of the models became an urgent task.

The paper outlines the main results of building a 2015 static MIOM for the Russian Federation and entering current information into the models. Besides being valuable on

¹ According to OKVED1.1 (Russian National Classifier of Types of Economic Activity).

their own, these results also constitute a necessary step for the scheduled work on estimating sectoral and spatial scenarios for long-term national economic forecasts.

Filling up a static multiregional input-output model (base year problem)

Since the official statistical data in Russia lack a regional IOT system, the regionalization of such tables broken by federal districts is a priority in the OMIOM building. Here, the base tables were regionalized based on the national tables of resources and the use of goods and services in 2015, compiled by Rosstat (*Federal'naya sluzhba gosudarstvennoi...*).

The regional IOT accessibility issue is not unique for the Russian statistics. In Brazil and China, for instance, regional reporting tables are compiled regularly, while in many countries, including Russia, they do not exist (Kuleshov et al., 2013; Suslov et al., 2017). For this reason, there is a need for multiple assessment methods that do not require enterprise surveys. The most popular methodology is based on location quotients. In line with this algorithm, relative-share ratios in the regional and national economy sectoral structure are calculated. If the figure is less than 1, it allows applying the national direct input coefficient to the relevant cell of a regional table. On the other hand, if the allocation quotient exceeds 1, the national coefficient is increased proportionately to be used in a regional table (Kuleshov et al., 2013). A. Saiapova suggested her own regional table building method for Bashkortostan (Saiapova, Sutiagin, 2001). N. Mikheeva describes an IOT assessment methodology and results for the Russian Far East (Mikheeva, 2005).

For the estimation of regional IOTs for 2015, the IEIE SB RAS methodological approaches were used (Ershov, 2011).

The calculation of the regional IOT indicators begins with a **sectoral classifier selection**. In this study, the indicators were calculated across 46 sectors of regional economies.

The classifier was selected because OKVED1.1 (the basis for the Russian table of resources and use of goods and services of 2015) aggregates some types of activity (sec-

tors of the economy) that differ in the structure of production costs and production geography. Therefore, our classifier separates such activities (sectors) as «production of coke and petroleum products» and «ore mining». Ferrous and non-ferrous metallurgies are separate for the same reason. Such aggregates were decomposed *pro rata* the value of the dispatched products.

The following critical stage of the study was **to calculate regional output indicators** currently published by Rosstat only as a common value for Russia.

There can be no unified method for the spatial allocation of output indicators; the differences between the approaches are caused by the difference in the content of the data provided by statistical sources. The main principles for calculating regional output indicators are as follows:

1. Distribution proportionately to the amounts of the value-added (VA). This method is appropriate for education, healthcare, public administration, and other services that cannot have significant cross-regional differences in terms of the value-added to the output ratio, as well as in the structure of intermediate consumption. Additional information, such as spatial employment structure (*Elektronnye tablitsy statistiki RF...*), spatial tax revenue structure (without VA tax and excise duties) (*FNS* [Federal Tax Service]...) (the latter is very close to the spatial VA structure) is important for public administration, where a part of the VA is not broken down by regions.

2. The estimates are based on indirect data without reference to any published regional VA data. This approach is employed for the financial activity where only 10–15 % of the total Russian VA is broken down by regions; the regional figures are calculated based on employment and tax statistics.

3. Breaking down *pro rata* to incomplete regional output data. This principle is used for agriculture: although all publications on agricultural production are claimed to cover «all categories of enterprises», the sum of regional outputs does not equal the total national output presented in the national accounts (*Regiony Rossii. Sotsial'no-ekonomicheskie...*).

4. Breaking down *pro rata* physical production indicators. This approach applies to mono-sectors, and it turns out that the actual breaking down by regions is based on the average prices in Russia; however, it only improves the consumer qualities of the mathematical apparatus, although the obtained input values may deviate from the official figures due to use of region-differentiated prices in the calculations. Furthermore, breaking down *pro rata* physical production (extraction) can also result in deviation from the official input data («quantity of dispatched goods...») because the latter account for commercial products only. Consequently, the data in value terms may lack, for instance, information about coke production in a particular region if fully intended for in-plant turnover.

The principle of breaking down *pro rata* physical indicators is used for fishery and fish farming, coal, oil, gas, ferrous metal ore, coke, petrochemical production, electric and heating power generation (*Regiony Rossii. Sotsial'no-ekonomicheskie...; Elektronnye tablitsy statistiki RF...*).

5. Breaking down *pro rata* «quantity of dispatched products...» (*Federal'naia sluzhba gosudarstvennoi statistiki...*) means direct multiplication of the total outputs by the regional shares of dispatched products, if nearly all products are produced by organizations (legal entities). It is established by comparing the total employment in a particular sector and the average annual number of the persons employed by organizations. If the difference between the total employment and the average annual headcount of organizations is significant, and if the cross-regional difference in the ratio is high, the difference between the total output and the sum of outputs over organizations is defined at the national level. Assuming that the workforce productivity between the organization employees and others is the same, regional indicators on the dispatched products are counted up.

Besides manufacturing sectors, this method is also applied to construction. Indices on construction volumes, published by regions, relate to contractors only. Overall, it covers only around 60 % of the Russian construction sector output. Moreover, the proportional increase

of regional indicators may distort the actual spatial structures due to considerable cross-regional differences in employment ratio in construction entities to the overall employment in the construction sector.

A similar approach is also used for the spatial output allocation in «Operations with real estate, ...»

6. For land transportation, pipeline, and communication sectors, the national output is broken down proportionately to the detailed data from the «П1» corporate output statistical form. For this method, major errors are unlikely since the share of individual entrepreneurs and households in such sectors is insignificant.

Another essential stage in building up regional IOTs is **estimating regional consumptions and the final household consumption structure.**

There are various approaches to be used for the spatial breakdown of this indicator:

1. Breaking down *pro rata* regional outputs. This principle underlies consumption estimates for healthcare, education and similar services since nearly 98 % of products in such sectors fall on final consumption, and the expenditures for intermediate consumption in other sectors are small.

2. Breaking down *pro rata* incomplete data about regional consumption. Such data are published on electric power consumption (in physical terms) as well as consumption of postal and telecommunications services (in purchase prices) or tour services.

3. Breaking down *pro rata* personal income data. It applies, first of all, to the sectors where outputs depend heavily on the purchasing power of the population (agriculture, food and light industries, trade and transportation service and so on) (*Regiony Rossii. Sotsial'no-ekonomicheskie pokazateli...*).

4. Estimates based on indirect data. The approach is used for financial operations: regional indicators are calculated based on distribution indicators on credit institutions and their branches in federal districts provided by fiscal control bodies (*Regiony Rossii. Sotsial'no-ekonomicheskie pokazateli...*).

5. Estimates based on the national table of resources and use of goods or services (*Fed-*

eral'naia sluzhba gosudarstvennoi statistiki...). For instance, if household consumption of some mining sectors is missing, the regional consumption is assumed as zero.

Final consumption expenditures of government agencies include expenses for collective services (more 95 % of which is the consumption by the government agency and the maintenance of the national defence) and individual services (where around 90 % fall on education, healthcare and others, namely physical training, social security, art and culture). In such sectors, expenditures for intermediate consumption in other sectors are small, accounting for approximately 3–4 % of the output; therefore, it would be reasonable to assume that the proportions will be the same in each region (Granberg et al., 2007). Thus, the final consumption expenditures of government agencies in such intangible service sectors in each region can be determined *pro rata* regional outputs. Regional expenditures in other sectors are determined following the spatial structure of the final household consumption.

Fixed capital investment data in the IOTs are broken down by three sectors: machine engineering, construction, real estate operations, lease and services (R&D and related drilling). The available statistics (*Elektronnye tablitsy statistiki RF...*) allows us to break down the aggregated fixed capital by the above three positions; the data are incomplete but close to the cumulative investments; the total can be reached through *pro rata* increase of all the three elements.

We applied the following approach to estimate the **export/import** spatial structure:

1. For tangible sectors, direct customs statistics from federal districts were used (*Tamozhennoe upravlenie...*).

2. For intangible services, export was estimated *pro rata* the data on regional outputs, and import was evaluated *pro rata* the data on regional final household consumption.

In the initial breaking down of regional intermediate consumption by sectors for all regions, nationwide technical coefficients (intermediate consumption per unit) were used, based on the national goods and service con-

sumption table for 2015 (*Federal'naia sluzhba gosudarstvennoi statistiki...*).

As a result of the above-described procedures, estimated approximated regional IOTs are generated. Naturally, such initial estimates may be misaligned with regard to particular sectors. Eliminating such disbalance is the next step. For some sectors, disbalance will be insignificant due to the selected method and require simple formal balancing techniques. In case of a considerable disbalance, non-formalized expert assessments are necessary.

Balancing regional input-output tables

If e_i^r is the disbalance in the output of goods (services) in sector i in a region r , then

$$e_i^r = x_i^r - \sum_{j=1}^n a_{ij}^r x_j^r - \alpha_i^r z^r - \sum_{s \neq r} x_i^{rs} + \sum_{s \neq r} x_i^{sr} - v_i^{rk} + v_i^{kr} - q_{pi}^r;$$

Notation:

x_i^r – output of products (services) in sector i in region r ;

z^r – final consumption in region r ;

x_i^r – deliveries of sector i products from region r to regions;

x_i^s – deliveries of sector i products from region s to region r ;

v_i^r – export of product i goods (services) from region r ;

v_i^k – import of product i goods (services) from region r .

a_{ij}^r – inputs from sector i , needed per unit of output of sector j in region r ;

α_i^r – share of product i in the total final consumption in the region r ($\sum_{i=1} \alpha_i^r = 1$);

q_{pi}^r – volume of the final product in the part of product i of region r , not included in the maximized part of final consumption (mostly, gross accumulation of fixed capital).

Depending on a sector, different formal methods of eliminating disbalance may apply:

1. If products are transportable (sectors 1–29), disbalance is adjusted by varying inflow/outflow values (see more detailed description below):

$$e_i^r = \sum_{s \neq r} x_i^{rs} - \sum_{s \neq r} x_i^{sr}$$

2. If the intermediate product consumption depends on the natural conditions in a region (sectors 30, 31, 32) or trade mark-ups (35), inputs per unit are adjusted:

$$a_{ij}^{r(new)} = \gamma_i^r a_{ij}^{r(old)}, \text{ where}$$

$$\gamma_i^r = \frac{\sum_{j=1}^n a_{ij}^{r(old)} x_j^r + e_i^r}{e_i^r}$$

3. For non-transportable products (sectors 33, 34, 36, 40–47), the final consumption values are adjusted:

$$y_i^{r(new)} = g_i^r y_i^{r(old)}, \text{ где } g_i^r = \frac{y_i^{r(old)} + e_i^r}{e_i^r}$$

4. Disbalance in the transport sector (37–39) is eliminated by breaking down the intermediate transport consumption into three parts: the costs for intraregional, cross-regional and external transportation:

$$x_{\tau j}^r = a_{\tau j}^{rr} x_j^r + \sum_{s \neq r} c_{\tau j}^{rs} x_j^{rs} + \sum_{s \neq r} c_{\tau j}^{sr} x_j^{sr} + \\ + d_{\tau j}^{rk} v_j^{rk} + d_{\tau j}^{kr} v_j^{kr}; \tau \in T$$

Notation:

$x_{\tau j}^r$ – volume of transport services in region r ;

$a_{\tau j}^{rr}$ – transport inputs of region r for intra-regional shipment of a unit of products j in region r ;

$c_{\tau j}^{rs}$ – transport inputs of region r for outflow of a unit of products j from region r to region s ;

$c_{\tau j}^{sr}$ – transport inputs of region r for inflow of unit of products j from region s to region r ;

$d_{\tau j}^{rk}$ – transport inputs of region r for export of unit of products j ;

$d_{\tau j}^{kr}$ – transport inputs of region r for import of unit of products j ;

Why can adjusting disbalance in the transport sector through changing input coefficients be problematic? The thing is that the direct input coefficients account for only intra-regional transportation, so their adjust-

ment can be impossible. For instance, the Central Federal District (CFD) has pipelines for transporting oil and gas. The output of such products in CFD equals 0 (i. e. $a_{tj}^{rr} = 0$). Therefore, adjusting the input ratio will not generate any meaningful results. Furthermore, the overall standard form of a regional IOT would differ from the national table. The standard IOT form for the regions of Russia is presented in Fig. 1.

Regional tables have four quadrants. The intermediate consumption quadrant shows the product inputs for sectoral outputs, including intra-regional transportation (row X_{τ}^{rr}). The final consumption quadrant in a regional IOT is the same as in the national table, except inflow – outflow variables (columns X_{τ}^{rs} , X_{τ}^{sr}). The structure of the value-added quadrant is similar to the third quadrant in the national IOT. The «foreign transportations» rows comprise inflow, outflow transportation, export and import of the products of relevant sectors (rows X_{τ}^{rs} , X_{τ}^{sr} , V_{τ}^{rk} , V_{τ}^{kr}). The sum of sectoral outputs in the table should be equal to the sum of product outputs with the total value of foreign transportations.

Transportation rows in the regional IOTs should satisfy the equation:

$$x_{\tau j}^{RF} = \sum_{r=1}^R x_{\tau j}^{rr} + \sum_{r=1}^R \sum_{s \neq r} x_{\tau j}^{rs} + \sum_{r=1}^R \sum_{s \neq r} x_{\tau j}^{sr} + \\ + \sum_{r=1}^R v_{\tau j}^{rk} + \sum_{r=1}^R v_{\tau j}^{kr}; \tau \in T; j = \overline{1, n}$$

The biggest challenge is estimating inter-regional flows and transport coefficients. The interregional flows of goods were estimated with the following assumptions:

1. Network principle of transport flow presentation. The estimated interregional flows are presented based on the network principle: i. e., interregional relations is a system limited to relations between neighbouring regions; hence, some flows from one region to another are fully or partially in transit.

2. Absence of counter-flows. The estimated values of interregional flows of goods are accurate to the net balance; for some goods, counter-deliveries are absent or negligible.

	X_{i1}^r	...	X_{in}^r	Z^r	Q^r	V^{rk}	V^{kr}	X^{rs}	X^{sr}	X_i^r
X_{1j}^r	Intermediate consumption block			Final consumption block						Product outputs
...										
$X_{\tau j}^{rs}$										
...										
X_{nj}^r										
W^r	Value-added block									
X_j^r	Sectoral output									
X_{τ}^{rs}	Quadrant of foreign transport works									Foreign transport works
X_{τ}^{sr}										
V_{τ}^{rk}										
V_{τ}^{rk}										

Fig. 1. The standard form of an IOT for the regions of the Russian Federation

3. Trading by «conventional centres».

Formal breakdown of transportation inputs for interregional deliveries relies upon the «from a conventional production centre of a producing region to a conventional consumption centre of a consuming region» principle. It allows equating outflow transport coefficients in a region to export coefficients (inflow coefficients to import coefficients accordingly). Different sectors may have different conditional centres.

4. Inflow inputs exceed outflow inputs.

The inflow coefficients are assumed to exceed the outflow coefficients on product transportation. Besides the distance covered by the inbound and outbound transport (from the regional boundaries to the centre and vice versa), the inbound products are also delivered to all points within a region.

The interregional trade flows were estimated by a qualitative rationale since statistical information about the vectors and scope of goods flows can hardly be found. For instance, the whole inbound / outbound traffic for FEFD to other regions was assumed as going through the Siberian Federal District; for NCFD – only through SFD; all deliveries from SFD west-bound – only through UFD. In the case of mul-

tivariance, the knowledge about domestic economic activity applied.

Final balancing. By implementing this algorithm, some discrepancies between the regional indicators and the corresponding nationwide values could be revealed. However, the regional totals (totals refer to rows and columns) equal to the national totals. The bias was corrected with the multi-stage biproportional correction (RAS type) of regional tables. The result of the work was a system of 8 regional input-output tables, with the indicators' values coinciding with the national ones.

Conclusion

The algorithm for building up a system of regional IOTs outlined in the paper cannot remain unchanged for a long period. It is necessary to adjust the parameters used for automated estimates of the tables from time to time and all the numerical coefficients. Moreover, it affects most of all the transport blocks of the model, where significant changes of particular coefficients may occur due to, for example, commissioning new pipelines or modifications in the import-export geography. Developing regional IOTs remains quite labour-intensive

work that relies upon many information sources. Algorithms, however, dramatically reduce the time of building up initial approximation–balanced system of IOTs, in their totality

reaching the cumulative production and consumption indicators, the volumes of intersectoral flows of goods and services, presented in the consolidated national table.

References

- Aganbegyan, A.G., Mikheeva, N.N., Fetisov, G.G. (2013). Modernization of the real sector of the economy: Spatial aspects. In *Regional research of Russia*, 3(4), 309–323.
- Elektronnye tablitsy statistiki RF [Spreadsheets of RF statistics]. In *Proizvodstvo promyshlennoy produktsii v natural'nom vyrazhenii po polnomu krugu proizvoditeley* [Production of industrial products in physical terms by the full range of manufactures]. Available at: <http://sophist.hse.ru/rosstat.shtml> (accessed 13 March 2020).
- Elektronnye tablitsy statistiki RF [Spreadsheets of RF statistics]. In *Elektrobalans i moshchnost' elektrostantsii* [Electrical balance and capacity of power plants]. Available at: <http://sophist.hse.ru/rosstat.shtml> (accessed 13 March 2020).
- Elektronnye tablitsy statistiki RF [Spreadsheets of RF statistics]. In *Investitsii v ekonomiku RF* [Investment in the Russian economy]. Available at: <http://sophist.hse.ru/rosstat.shtml> (accessed 13 March 2020).
- Elektronnye tablitsy statistiki RF [Spreadsheets of RF statistics]. In *Svedeniia o srednespisochnoy chislennosti i nachislennoy zarabotnoy plate rabotnikov organizatsiy RF po vidam ekonomicheskoy deiatel'nosti po federal'nym okrugam i sub'ektam RF* [Information on the average headcount and accrued salaries of employees of organizations of the Russian Federation by type of economic activity in federal districts and subjects of the Russian Federation]. Available at: <http://sophist.hse.ru/rosstat.shtml> (accessed 13 March 2020).
- Ershov, Iu.S. (2020). Multiregional differentiation and donating and recipient regions: Diversity of assessments and conclusions. In *Regional Research of Russia*, 10(1), 20–28. DOI: 10.1134/S2079970520010037.
- Ershov, Iu.S. (2012). Spatial aspect of the Russian economy and prospects of its development: before and after the crisis. In *Regional research of Russia*, 2(1), 1–11.
- Ershov, Iu.S. (2011). Regionalizatsiia narodnokhoziaistvennykh tablits «zatraty-vypusk» [Regionalization of national economic input-output tables]. In *ECO [ECO]*, 6, 119–138.
- Ershov, Iu.S. (2016). Features of regional economic development in Russia in 1999–2013. In *Regional research of Russia*, 6(4), 281–291. DOI: 10.1134/S2079970516040079.
- Ershov, Iu. S (2015). The Siberian Federal District in the modern Russian economy. In *Regional Research of Russia*, 5(1), 58–67.
- Federal'naia sluzhba gosudarstvennoi statistiki [Federal State Statistics Service]. In *Ofitsial'naia statistika. Natsional'nye scheta* [Official statistics. National accounts]. Available at: <https://www.gks.ru/storage/mediabank/tri-2015.xlsx> (accessed 13 March 2020).
- FNS [Federal Tax Service]. In *Otchet po forme I-NOM po sostoiianiiu na 01.01.2016 [I-NOM report as of 01.01.2016]*. Available at: <https://www.nalog.ru/html/sites/www.new.nalog.ru/docs/otchet/Inom-010116reg.xlsx> (accessed 13 March 2020).
- Granberg, A.G., Mikheeva, N.N., Ershov, Iu.S., Kuleshov, V.V., Seliverstov, V.E., Suslov, V.I., Suspitsyn, S.A., Minakir, P.A. (2011). The impact of the global crisis on the strategy of spatial socioeconomic development of the Russian Federation. In *Regional research of Russia*, 1(1), 2–14.
- Granberg, A.G., Suslov, V.I., Ershov, Iu.S., Ibragimov, N.M., Mel'nikova, L.V. (2007). Strategii territorial'nogo i regional'nogo razvitiia ekonomiki Rossii [Strategies for the territorial and regional development of the Russian economy]. In *Problemy i perspektivy tekhnologicheskogo obnoveniia rossiyskoi ekonomiki* [Problems and prospects of technological renewal of the Russian economy], 463–484.
- Gulakova, O.I., Ershov, Iu.S., Ibragimov, N.M., Novikova, T.S. (2018). Evaluation of the public efficiency of an infrastructure project: a case study of the Eastern Siberia – Pacific Ocean-2 Oil Pipeline. In *Regional Research of Russia*, 8(2), 193–203. DOI: 10.1134/S2079970518020053.

- He, P., Ng, Ts. Sh., Su, B. (2019). Energy-economic resilience with multi-region input–output linear programming models. In *Energy Economics*, Elsevier, 84, 104569.
- Heijman, W. and Schipper, R.A. (2010). *Space and Economics: An Introduction to Regional Economics*. Wageningen, Wageningen Academic Publishers, 266 p.
- Kuleshov, V.V., Seliverstov, V.E., Suslov, V.I., Suspitsyn, S.A. (2013). Siberian School of Regional Studies in the RAS Presidium Program «Fundamental Problems of the Spatial Development of the Russian Federation: Interdisciplinary Synthesis. In *Regional research of Russia*, 3(2), 113–122.
- Li, X., Li, Y.P. (2020). A multi-scenario ensemble simulation and environmental input-output model for identifying optimal pollutant- and CO₂-emission mitigation scheme of Guangdong province. In *Journal of Cleaner Production*, Elsevier, 262, 121413. DOI: 10.1016/j.jclepro.2020.121413.
- Liu, Z., Huang, Q., He, Ch., Wang, Ch., Wang, Y., Li, K. (2021). Water-energy nexus within urban agglomeration: An assessment framework combining the multiregional input-output model, virtual water, and embodied energy. In *Resources, Conservation & Recycling*, Elsevier, 164, 105113.
- Mikheeva, N.N. (2017). Diversification of regional economic structure as a growth strategy: Pros and cons. In *Regional research of Russia*, 7(4), 303–310. DOI: 10.1134/S2079970517040062.
- Mikheeva, N.N. (2018). Factors of growth in Russian regions: Adapting to new realities. In *Regional research of Russia*, 8(4), 332–341. DOI: 10.1134/S207997051804007X.
- Mikheeva, N.N. (2006). The Russian economy resource sector: Its scale and interindustry interactions. In *Studies on Russian economic development*, 17(2), 136–148.
- Mikheeva, N.N., Novikova, T.S., Suslov, V.I. (2011). Evaluation of investment projects based on a complex of interindustry and multiregional models. In *Studies of Russian economic development*, 22(4), 401–409.
- Mikheeva, N.N. (2005). Statisticheskaya otsenka tablits «zatraty-vypusk» dlia rossiyskogo Dal'nego Vostoka [Statistical evaluation of input-output tables for the Russian Far East]. In *Prostranstvennaya ekonomika [Spatial Economics]*, 2, 61–79.
- Okamoto, N. and Ihara, T. (2003). *Spatial Structure and Regional Development in China: Multiregional Input-Output Approach*. IDE Development Perspective, 5, 208 p.
- Regiony Rossii. Sotsial'no-ekonomicheskie pokazateli [Regions of Russia. Socioeconomic indicators]. Available at: https://rosstat.gov.ru/bgd/regl/B16_14p/Main.htm (accessed 13 March 2020).
- Saipova, A.R., Sutiagin, V.S. (2001). Opyt postroeniia i analiza mezhotraslevogo balansa regiona v kontseptsii SNS [Experience in constructing and analyzing the input-output balance of the region in the concept of SNA]. In *Problemy prognozirovaniia [Forecasting problems]*, 2, 85–96.
- Tamozhennoe upravlenie [Customs Directorate]. In *Vneshniaia torgovlia TSFO [Foreign trade of the Central Federal District]*. Available at: <https://ctu.customs.gov.ru/folder/273798> (accessed 13 March 2020).
- Suslov, V.I., Baranov, A.O., Lavrovsky, B.A. (2017). *Macroeconomic model of the scientific-technological progress. 10th International Conference «Management of Large-Scale System Development»*. Moscow. DOI: 10.1109/MLSD.2017.8109692
- Suslov, V.I., Domozhirov, D.A., Ibragimov, N.M. (2019). *Balance, state and coalition stability of multiregional economic systems: Impact of openness. 12th International Conference «Management of Large-Scale System Development»*. Moscow. DOI: 10.1109/MLSD.2019.8911081
- Vasil'ev, V.A., Suslov, V.I. (2011). Edgeworth Balance in a Model of Multiregional Economic Relations. In *Journal of Applied and Industrial Mathematics*, 5(1), 130–143.
- Vasil'ev, V.A., Suslov, V.I. (2010). On the Unblockable States of Multiregional Economic Systems. In *Journal of Applied and Industrial Mathematics*, 4(4), 578–587.
- Wang, X., Klemes, J.J., Wang, Y., Dong, X., Wei, H., Xu, Z., Varbanov, P.S. (2020). Water-Energy-Carbon Emissions nexus analysis of China: An environmental input-output model-based approach. In *Applied Energy*, Elsevier, 261 (C), 114431.
- Xin, Ch., Zhu, Y., Shen, J. (2020). Input-output dynamic model for optimal environmental pollution control. In *Applied Mathematical Modelling*, Elsevier, 83, 301–321.

DOI: 10.17516/1997–1370–0782
УДК 314

The First and Second Waves of the COVID-19 Pandemic in the Russian Regions: Comparison of the Change in the Mortality Rate

Pavel V. Druzhinin* and Ekaterina V. Molchanova

*Institute of Economics of the Karelian Research Centre of the RAS
Petrozavodsk, Russian Federation*

Received 24.05.2021, received in revised form 15.06.2021, accepted 29.06.2021

Abstract. The emergence of the COVID-19 pandemic has become a new global challenge for the whole humankind affecting all spheres of society. The purpose of this article is to identify the complex effect of various factors on the mortality rate in Russian regions during the first and second waves of the coronavirus pandemic. As the information base of the study, official statistical publications («Regions of Russia», «Natural Population Movement») were used, as well as data from the official Internet resource on the situation with the incidence of COVID-19 in the regions of Russia. With the help of economic and mathematical tools, the impact of demographic, socio-economic, environmental, medical and geographical factors on the mortality rate in Russian regions was assessed. The calculations allowed to establish the causes of a significant increase in mortality in the Russian regions, as well as to identify significant differences between the first and second waves of the pandemic. The study showed that demographic and geographical factors played the leading role, but their influence at different time periods had its own characteristics. The coronavirus pandemic accelerated the process of reducing the country's population, and also caused significant damage to the Russian economy. The results of the study can be used in the field of medico-demographic policy aimed at preserving the social (population) health of the nation.

Keywords: region, COVID-19 pandemic, mortality, demography.

The article was written to fulfill the state assignment for the Institute of Economics of the Karelian Research Centre of the RAS.

Research area: economics.

Citation: Druzhinin, P.V., Molchanova, E.V. (2021). The first and second waves of the COVID-19 pandemic in the Russian regions: comparison of the change in the mortality rate. J. Sib. Fed. Univ. Humanit. Soc. Sci., 14(7), 1028–1038. DOI: 10.17516/1997–1370–0782.

© Siberian Federal University. All rights reserved

* Corresponding author E-mail address: pdruzhinin@mail.ru

ORCID: 0000-0001-5303-0455 (Druzhinin); 0000-0003-4717-5708 (Molchanova)

Первая и вторая волны пандемии COVID-19 в российских регионах: сравнение изменения уровня смертности

П.В. Дружинин, Е.В. Молчанова

Институт экономики – обособленное подразделение ФИЦ

«Карельский научный центр РАН»

Российская Федерация, Петрозаводск

Аннотация. Возникновение пандемии COVID-19 стало для всего человечества новым глобальным вызовом, который затронул все сферы жизнедеятельности общества. Цель данной статьи заключается в выявлении комплексного влияния различных факторов на уровень смертности в российских регионах во время первой и второй волн пандемии коронавируса. В качестве информационной базы исследования были использованы официальные статистические издания Федеральной службы государственной статистики (ФСГС), а также данные официального интернет-ресурса о ситуации с заболеваемостью COVID-19 в регионах России. С помощью экономико-математического инструментария выполнена оценка влияния демографических, социально-экономических, экологических, медицинских и географических факторов на уровень смертности в российских регионах. Проведенные расчеты позволили установить причины значительного роста смертности в российских регионах, а также выявить существенные различия между первой и второй волнами пандемии. Исследование показало, что ведущую роль играли демографические и географические факторы, однако их влияние в разные периоды имело свои характерные особенности. Пандемия коронавируса ускорила процесс сокращения численности населения страны, а также нанесла значительный урон экономике России. Результаты исследования могут быть использованы в области медико-демографической политики, направленной на сохранение общественного здоровья нации.

Ключевые слова: регион, пандемия COVID-19, смертность, демография.

Статья подготовлена в соответствии с государственным заданием Института экономики КарНЦ РАН.

Научная специальность: 08.00.00 – экономические науки.

Введение

Возникновение пандемии COVID-19, вызванной коронавирусом SARS-CoV-2, стало для всего человечества новым глобальным вызовом, который потребовал направить значительные ресурсы в сферу медико-биологических разработок. Важную роль в сложившейся ситуации стали играть также методы математического моделирования и искусственного интеллекта (McCall, 2020; Legido-Quigley

et al., 2020; Rahmatizadeh et al., 2020). Они используются при оценке медико-демографических процессов – модели старения и смертности, модели распространения эпидемий (Sinclair, LaPlante, 2019; Topol, 2019).

Для борьбы с пандемией COVID-19 были применены различные подходы и модели. При участии сотовых операторов решались сложные задачи, связанные с распространением эпидемии в террито-

риальном разрезе (Drew et al., 2019). Для выявления закономерностей использовалась разнообразная информация, включая данные соцсетей и загрязнения окружающей среды, карты и транспортные потоки (Shilo et al., 2020). Ряд работ был посвящен проблеме заражения вирусом в закрытых пространствах, в Китае цифровые приложения следили за контактами и соблюдением строгих карантинных мер, ограничивая транзакции для пользователей с высоким риском.

Были разработаны специальные мобильные приложения, создан контент для информационной и психологической поддержки пользователей (Wynants et al., 2020). В России у медицинского сервиса «Доктор рядом» число ежедневных телемедицинских обращений по сравнению с доковидным периодом выросло десятикратно. Таким образом, COVID-19 ускорил процессы цифровой трансформации в медицине и здравоохранении, а также необходимость разработки новых математических методов и подходов.

Постановка проблемы

Выявление факторов, которые влияют на медико-демографические показатели, — важная научная задача, от решения которой зависит сохранение здоровья нации. Это имеет особое значение в кризисные периоды, так как может способствовать разработке оптимальных управленческих решений в области здравоохранения, а также повышению эффективности социально-экономических мероприятий (Burkin et al., 2016).

Рост уровня смертности в РФ в 2020 г. в связи с пандемией способствовал появлению исследований, направленных на выявление факторов, влияющих на него. Часть из них посвящена разработке новых моделей и методик (Naumov et al., 2021). В ряде работ авторами были предложены методы определения параметров функции распределения доли инфицированных лиц новым вирусом с учетом имеющихся данных в рассматриваемом регионе (Boyarincev et al., 2020).

Для краткосрочного прогнозирования строились квадратичные и кубические функции (Gerasimenko, 2020). Развитие эпидемии также моделировалось на основе модели SEIR, в которой оценивалось несколько неблагоприятных сценариев развития ситуации, но было показано, что более жесткие сценарии позволяют резко сократить смертность (Tamm, 2020). Была предложена математическая модель для прогнозирования количества заболевших по регионам разных стран, протестированная на данных Швеции, Финляндии, США и Канады (Bychkov, 2020).

Был проведен анализ динамики развития COVID-19 с помощью обобщенного стохастического логистического уравнения для оценки числа вероятных пиков заболеваемости коронавирусом (Kokoulina et al., 2020). Данные Москвы использовались при применении агент-ориентированного подхода, что позволило учесть особенности протекания заболевания, неоднородность населения региона и социальные связи отдельных людей (Makarov et al., 2020). На основе геофизического метода был проведен сравнительный анализ информации о заболевших и умерших по России и Италии (Rodkin, 2020).

Исследователями было показано, что заболеваемость распространяется из экономически развитых регионов, таких как московский, в периферийные, менее развитые территории. В РФ в начале пандемии также было выделено еще два центра распространения вируса — Север со скученностью вахтовых поселков и Северный Кавказ со слабой системой здравоохранения (Panin, 2021). На данных польских регионов был продемонстрирован быстрый рост заболеваемости и смертности в развитых центральных, контактных приграничных и приморских регионах и более благоприятная ситуация в замкнутых, депрессивных и периферийных территориях (Martynov, Sazonova, 2021). Периферийные территории потеряли значительную часть населения из-за оттока в центр, и их слабо затронула первая волна (Druzhinin, 2020).

На основе модели диффузии инноваций по данным оперштаба¹ были выделены следующие показатели – плотность населения, близость к крупнейшим агломерациям, доля мигрантов, уровень заболеваемости. Было отмечено, что в разные периоды воздействуют различные факторы (Zemcov, Baburin, 2020). На основе построенной модели распространения пандемии было проанализировано влияние социально-экономических факторов на заболеваемость COVID-19, разработана типология регионов и подтверждено, что наиболее подвержены пандемии экономически развитые регионы (Sinitsyn et al., 2020).

На региональных данных были построены регрессионные уравнения и показано отрицательное влияние на уровень смертности высокой плотности населения и положительное влияние более активного тестирования населения и более высокой температуры воздуха (Goldshteyn et al., 2020). Также была предложена регрессионная модель смертности по регионам в зависимости от активных случаев COVID-19 и обеспеченности больниц ресурсами (Stepanov, 2020).

Цель данной статьи заключается в выявлении комплексного влияния различных факторов на уровень смертности в российских регионах во время первой и второй волн пандемии COVID-19.

Материалы и методы

Данные для исследования были получены из справочников, имеющих на сайте ФСГС, прежде всего «Регионы России»² и «Естественное движение населения»³. Использовалась также информация официального интернет-ресурса о заболеваемо-

сти в регионах России COVID-19⁴, однако, по оценкам экспертов, точность этих данных невелика (Rodkin, 2020; Stepanov, 2020; Tamm, 2020).

В процессе проведения исследования было собрано и проанализировано более 30 демографических, социально-экономических, экологических, медицинских и географических показателей для 80 российских регионов. С помощью экономико-математического инструментария были построены регрессионные уравнения для оценки прироста смертности в 2020–2021 гг. относительно 2019 г. в целом и за отдельные периоды:

$$D_i = A_0 + \sum_{j=1}^M A_j \times X_{i,j}, \quad (1)$$

где D_i – отношение прироста смертности в регионе i в определенном периоде 2020–2021 гг. относительно соответствующего периода 2019 г. к численности населения региона i ; $X_{i,j}$ – показатель j региона i ; A_0 , A_j – константы. При проведении расчетов рассматривались первая и вторая волны пандемии, а также их отдельные фазы. В марте 2021 г. снова начался рост смертности, но затем она снизилась, и третья волна началась в июне..

Результаты исследования

При сравнении данных ФСГС и региональных оперштабов, публикуемых в интернете, было отмечено их заметное различие. Смертность от COVID-19 в большинстве регионов, по данным ФСГС, существенно больше, чем по данным региональных оперштабов, в 32 регионах более чем в 10 раз, а в Башкортостане и Татарстане более чем в 50 раз. Видимо, желание выглядеть лучше перед федеральной властью приводило к искажению оперативной отчетности, причем именно в регионах с наиболее тяжелой ситуацией. Было выявлено, что чем выше была заболеваемость COVID-19, тем меньше был прирост смер-

¹ Оперативный штаб по взаимодействию профильных органов исполнительной власти был создан 27 января 2020 г. для выработки мер по предупреждению завоза и распространения новой коронавирусной инфекции на территории РФ

² Сайт ФСГС. Режим доступа: <https://rosstat.gov.ru/folder/210> (дата обращения: 01.03.2021).

³ Сайт ФСГС. Режим доступа: <https://rosstat.gov.ru/folder/12781> (дата обращения: 01.03.2021).

⁴ Официальный интернет-ресурс для информирования населения по вопросам коронавируса (COVID-19). Режим доступа: <https://xn-80aesfpebagmfb0a.xn--plai/> (дата обращения: 22.03.2021).

ности в регионе и доля COVID-19 в общем приросте смертности (рис. 1). Поскольку информация ФСГС более надежная, то она использовалась в дальнейшем для расчетов.

Первая волна была очень высокой в Москве. В мае по уровню прироста смертности Москва была на втором месте, а в целом за первую волну – на четвертом (Московская область – на пятом). На третьем месте была Ленинградская область и на шестом – Санкт-Петербург. Высокий прирост смертности наблюдался в регионах ЦФО и ПФО, в двух, имеющих крупные агломерации, – Самарской области и Татарстане, в двух, граничащих с Московской областью, – Тульской и Тверской областях, а также в Пензенской области и Чувашии. Как уже отмечалось, из наиболее развитых центров, имеющих значительные контакты с внешним миром, пандемия перемещалась в соседние регионы. Первая волна слабо затронула периферийные регионы, в десяти из них смертность за пять месяцев даже немного снизилась, среди них Крым и Севастополь (рис. 2). Видимо, продолжались сложившиеся в предыдущие годы положительные тенденции.

Анализ коэффициентов корреляции показал, что в период первой волны наибольшее влияние оказали демографические факторы – численность населения столицы, плотность населения, численность населения региона в период роста смертности и численность населения провинции в период снижения, а также близость развитых регионов. Обеспеченность населения региона койками была значима в начале первой волны и между волнами, как и изменение доходов населения в 2020 г.

Летом стало оказывать влияние расположение региона – близость к центру, через который шли потоки отдыхающих. В августе, который разграничивает первую и вторую волны, сильнее всего воздействовала обеспеченность региона врачами. В целом за пять месяцев первой волны наибольшее влияние оказала численность населения столицы региона, расположение региона, изменение доходов населения и, существенно меньше,

обеспеченность населения больничными койками. Данные по экологическим показателям по регионам за 2020 г. пока недоступны, а анализ экологических индикаторов за 2019 г. демонстрирует отсутствие значимой связи с приростом смертности в ходе пандемии COVID-19, хотя влияние загрязнений на смертность было отмечено в ряде исследований (Rybakov, Belashev, 2020).

Ослабление ограничений и рост контактов привели к значительному увеличению смертности во время второй волны. Однако Московский и Петербургский регионы теперь имели средний и низкий уровень прироста смертности, видимо, сказались имеющиеся в этих регионах ресурсы. Наиболее высокий уровень прироста смертности был в регионах ЦФО и ПФО – в Липецкой, Орловской, Самарской, Оренбургской и Рязанской областях, а также в Республике Мордовия. Немного меньшие значения фиксировались в приграничных Алтайском крае, Карелии и Омской области, а также в Кировской области. Минимальный прирост смертности был в периферийных регионах Северного Кавказа, Севера и Дальнего Востока, но уже других, чем в период первой волны (рис. 3).

Анализ коэффициентов корреляции выявил, что основное влияние опять оказали демографические факторы, но в данном случае другие – доля жителей старше трудоспособного возраста, доля пенсионеров, а также население провинции, а в период роста смертности и доля городского населения на пике смертности. Среди экономических факторов во время фазы снижения смертности, существенно выросло значение такого индикатора, как отношение между уровнем доходов населения региона и установленным прожиточным минимумом. Географический фактор близости к центру также играл важную роль. Характеристики развитости системы здравоохранения в регионах, такие как обеспеченность населения больничными койками и врачами, в наибольшей степени проявились в начале второй волны пандемии в России. За семь месяцев второй волны наиболее значимыми

факторами влияния на уровень смертности оказались: доля лиц пенсионного возраста, географическое расположение, изменение уровня доходов населения. Влияние обеспеченности населения региона врачами проявилось в меньшей степени.

В период первой волны расчеты по формуле (1) показали, что наиболее значимы два фактора – численность населения столицы региона (чем оно больше, тем выше смертность в регионе) и суммарная смертность в граничащих регионах (учитывает контакты населения соседних регионов). Значимость изменения реальных доходов населения региона в 2020 г. и удельного количества больничных коек невелика. Остальные факторы были статистически незначимы, что связано с тем, что на восходящей и нисходящей фазах волн влияние оказывали разные показатели.

В период второй волны наиболее значимыми факторами были доля пенсионеров, расположение региона и изменение удельного количества врачей, влияние остальных факторов не было выявлено. Расположение региона определялось относительно близости к Самаре. Самарская область расположена близко к центру РФ, определенному с учетом численности населения регионов, и она имела худшую в стране ситуацию с приростом смертности в 2020 г. Надо отметить, что если вместо доли пенсионеров учитывать долю лиц старше трудоспособного возраста, то статистические характеристики немного улучшаются, но все остальные факторы становятся незначимыми.

Обсуждение и заключение

Пандемия нанесла значительный урон экономике РФ и ускорила процесс сокращения численности населения нашей страны, в 2020 г. прирост смертности в России был одним из самых больших среди экономически развитых стран.

При анализе причин столь большого роста смертности выявилась разница первой и второй волн пандемии. Определяющими были демографические и географические факторы, но разные. Первая волна

началась в центрах контакта с внешним миром, в экономически наиболее развитых регионах и стала перетекать в соседние регионы. Удельное количество больничных коек во всех регионах за 30 лет уменьшилось, в некоторых в два раза, что привело к росту смертности в первые месяцы пандемии. В регионах пришлось перепрофилировать неинфекционные больницы и приспособлять подходящие здания. Соответственно, сократилось оказание медицинской помощи при других заболеваниях, и лица старших поколений, имеющие разнообразные патологии, оказались в сложном положении, что привело к росту смертности осенью 2020 г. Отсутствие ограничений на поездки внутри страны в период летних отпусков и рост трансграничных поездок в III квартале примерно в три раза относительно II квартала привели к росту заболеваемости и смертности от COVID-19 в отдельных приграничных и центральных регионах, через которые проходят основные магистрали.

В первой волне также оказалось значимо падение уровня доходов населения. Необходимость дополнительных расходов во время пандемии и невозможность бесплатно лечиться в больнице при сокращении доходов ограничили возможности получения качественной медицинской помощи, а также привели к росту депрессивных и тревожных расстройств в условиях психологического давления в СМИ. В период второй волны стал сказываться недостаток врачей в регионах, прирост смертности был заметно меньше в регионах, где была более высокая обеспеченность населения врачами и удельное количество врачей за 30 лет возросло.

Таким образом, прирост смертности в разных регионах зависел от уровня развития здравоохранения, от географических, демографических и социально-экономических особенностей региона, которые по-разному проявлялись во время первой и второй волн пандемии. В регионах были приняты ограничения, отличавшиеся степенью жесткости, которые соблюдались населением по-разному, соответственно,

менялась совокупность факторов, определявших прирост смертности. Проведенный анализ позволяет понять, какие последствия будут у принимаемых решений в период эпидемии в регионах в зависимости от их особенностей, и направить необхо-

димые ресурсы для снижения смертности населения. Результаты исследования могут быть использованы в области медико-демографической политики, направленной на сохранение общественного (популяционного) здоровья нации.

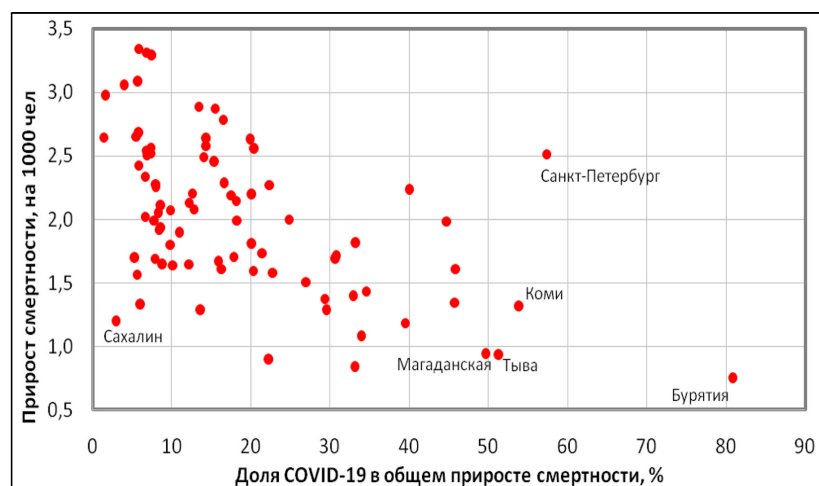


Рис. 1. Связь прироста смертности в 2020 г. относительно 2019 г. с данными региональных оперштабов по смертности от COVID-19

Fig. 1. Relation of mortality growth in 2020 relative to 2019 with data from regional stabs on mortality from COVID-19

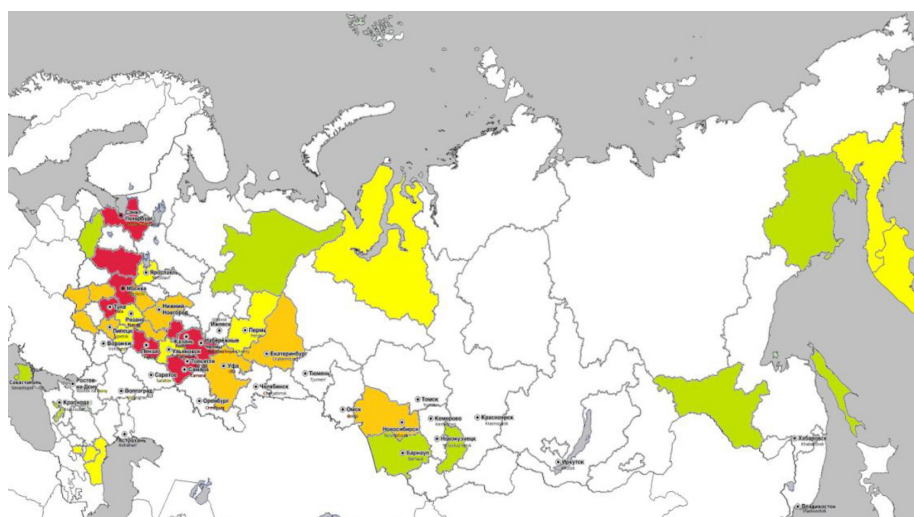


Рис. 2. Регионы с наиболее высоким (красный – прирост коэффициента смертности более 0,73, оранжевый – от 0,59 до 0,73, желтый – от 0,45 до 0,59) и низким (зеленый) приростом смертности во время первой волны 2020 г.

Fig. 2. The regions with the highest (red – an increase in the mortality rate of more than 0,73, orange – from 0,59 to 0,73, yellow-from 0,45 to 0,59) and the lowest (green) increase in mortality during the first wave of 2020

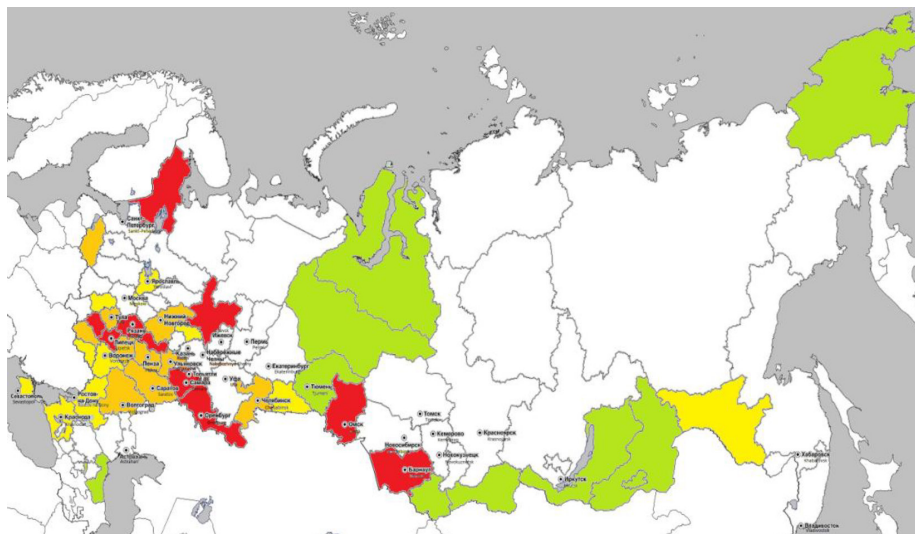


Рис. 3. Регионы с наиболее высоким (красный – прирост коэффициента смертности более 2,86, оранжевый – от 2,71 до 2,86, желтый – от 2,45 до 2,71) и низким (зеленый) приростом смертности во время второй волны 2020–2021 гг.

Fig. 3. The regions with the highest (red – an increase in the mortality rate of more than 2,86, orange – from 2,71 to 2,86, yellow-from 2,45 to 2,71) and the lowest (green) increase in mortality during the second wave of 2020–2021

Таблица 1. Результаты расчетов параметров зависимости (1) прироста смертности (на млн чел.) за первую и вторую волны COVID-19 относительно соответствующих периодов 2019 г.

Table 1. The results of calculations of the parameters of the dependence of (1) the increase in mortality (per million people) for the first and second waves of COVID-19 relative to the corresponding periods of 2019

Показатель	Март 2020 г. – июль 2020 г.	Август 2020 г. – февраль 2021 г.
А	1733,9*	-111,8***
Суммарный уровень прироста смертности в соседних регионах, на млн чел.	86,8***	-
Население столицы, тыс. чел.	0,055***	-
Изменение реальных доходов населения в 2020 г.,%	-13,3	-
Количество больничных коек, на 10 тыс. жителей	2,67	-
Численность пенсионеров на 1000 жителей	-	10,5***
Отклонение расположения столицы региона от 53° с. ш.	-	-34,4**
Отклонение расположения столицы региона от 50° в. д.	-	-4,74***
Изменение удельного количества врачей за 1990–2019 г.,%	-	-5,6**
Численность населения в провинции, тыс. чел.	-	0,052
R ²	0,36	0,59
p	0,00000	0,00000

*** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1.

Список литературы

- Бояринцев, В.В., Пальмин, Р.С., Пальмин, С.А., Перцев, С.Ф. (2020). Метод прогнозирования параметров эпидемического процесса, вызванного COVID-19 // *Кремлевская медицина. Клинический вестник*, 2, 14–21.
- Буркин, М.М., Молчанова, Е.В., Кручек, М.М. (2016). Интегральная оценка влияния социально-экономических и экологических факторов на региональные демографические процессы // *Экология человека*, 6, 39–46. DOI: 10.33396/1728–0869–2016–6–39–46
- Бычков, А.В. (2020). Информационная система глобального мониторинга для эпидемиологов (на материале Big Data о COVID-19) // *Клиническая инфектология и паразитология*, 9, 4, 386–404.
- Герасименко, П.В. (2020). Моделирование и прогнозирование показателей динамики заболевания жителей регионов коронавирусом COVID-19 // *Транспортные системы и технологии*, 6, 4, 88–91. DOI: 10.17816/transsyst20206488–97.
- Гольдштейн, Э.М. (2020). Факторы, влияющие на смертность от новой коронавирусной инфекции в разных субъектах Российской Федерации // *Журнал микробиологии, эпидемиологии и иммунобиологии РФ*, 97, 6, 604–607. DOI: 10.36233/0372–9311–2020–97–6–11.
- Дружинин, П.В. (2020). Концентрация населения в столицах регионов Европейского Севера // *Пятая международная научная конференция «Арктика: история и современность»*. Санкт-Петербург, 539. DOI: 10.1088/1755–1315/539/1/012082.
- Земцов, С.П., Бабурин, В.Л. (2020). COVID-19: пространственная динамика и факторы распространения по регионам России // *Известия Российской академии наук. Серия географическая*, 84, 4, 485–505.
- Кокоулина, М.В., Епифанова, А.С., Пелиновский, Е.Н., Куркина, О.Е., Куркин, А.А. (2020). Анализ динамики распространения коронавируса с помощью обобщенной логистической модели // *Труды НГТУ им. Р.Е. Алексеева*, 3 (130), 28–41. DOI: 10.46960/1816–210Kh_2020_3_28
- Макаров, В.Л., Бахтин, А.Р., Сушко, Е.Д., Агеева, А.Ф. (2020). Моделирование эпидемии COVID-19 – преимущества агент-ориентированного подхода // *In Экономические и социальные перемены: факты, тенденции, прогноз*, 13, 4, 58–73. DOI: 10.15838/esc.2020.4.70.3.
- Мартынов, В.Л., Сазонова, И.Е. (2021). Территориальные особенности демографического развития в Польше под воздействием пандемии COVID-19 // *Псковский регионологический журнал*, 1 (45), 37–45. DOI: 10.37490/S221979310013636–2.
- Наумов, С.Н., Швеи, Ю.Ю., Гретченко, А.А. Оценка дополнительной смертности населения в рамках пандемии COVID-19 // *Научно-аналитический журнал «Наука и практика» РЭУ им. Г.В. Плеханова*, 13, 1, 74–84.
- Панин, А.Н., Рыльский, И.А., Тикунов, В.С. (2021). Пространственные закономерности распространения пандемии COVID-19 в России и мире: картографический анализ // *Вестник Московского университета. Серия 5. География*, 1, 62–77.
- Родкин, М.В. (2020). О статистике развития эпидемии COVID-19 в России и Италии, попытка прогноза методами математической геофизики // *Уральский геологический журнал*, 2 (134), 3–12.
- Рыбаков, Д.С., Белашев, Б.З. (2020). Погодно-климатические условия, загрязнение атмосферного воздуха, вызовы скорой медицинской помощи и смертность населения в Петрозаводске // *Экология человека*, 5, 21–30. DOI: 10.33396/1728–0869–2020–5–21–30.
- Степанов, В.С. (2020). Зависимость уровня смертности в регионах от распространенности активных носителей SARS-COV-2 и ресурсов организаций здравоохранения // *Анализ риска здоровью*, 4, 12–22. DOI: 10.21668/health.risk/2020.4.02.
- Тамм, М.В. (2020). Коронавирусная инфекция в Москве: прогнозы и сценарии // *ФАРМАКОЭКОНОМИКА. Современная фармакоэкономика и фармакоэпидемиология*, 13 (1), 43–51. DOI: 10.17749/2070–4909.2020.13.1.43–51.

References

- Boyarincev, V.V., Pal'min, R.S., Pal'min, S.A., Percev, S.F. (2020). Metod prognozirovaniya parametrov e'pidemicheskogo processa, vy'z vannogo COVID-19 [Method for predicting parameters of epidemic process caused by COVID-19]. In *Kremlevskaya medicina. Klinicheskij vestnik* [Kremlin medicine. Clinical Bulletin], 2, 14–21.
- Burkin, M.M., Molchanova, E.V., Kruchek, M.M. (2016). Integral'naya ocenka vliyaniya social'no-ekonomicheskikh i ekologicheskikh faktorov na regional'nye demograficheskie processy [Integrated assessment of the impact of socio-economic and environmental factors on regional demographic processes]. *Ekologiya cheloveka* [Human ecology], 6, 39–46. DOI: 10.33396/1728–0869–2016–6–39–46
- Bychkou, A.V. (2020). Informacionnaya sistema global'nogo monitoringa dlya e'pidemiologov (na materiale Big Data on COVID-19) [Global monitoring information system for epidemiologists (on the material of Big Data on COVID-19)]. In *Klinicheskaya infektologiya i parazitologiya* [Clinical infectology and parasitology], 9, 4, 386–404.
- Drew, D.A., Nguyen, L.H., Steves, C.J., Menni, C., Freyding, M., Varsavsky, T. (2020). *COPE Consortium. Rapid implementation of mobile technology for real-time epidemiology of COVID-19*. Science 2020 Jun 19; 368(6497): 1362–1367.
- Druzhinin, P.V. (2020). Naseleniye Evropeyskogo Severa: kontsentratsiya v stolitsakh regionov [The population of the European North: concentration in the capitals of the regions]. In *Seriya konferentsiy IOP: Nauka o Zemle i okruzhayushchey srede. 5-ya Mezhdunarodnaya konferentsiya «Arktika: istoriya i sovremennost»* [Conference Series: Earth and Environmental Science, 5th International Conference «Arctic: History and Modernity»]. Sankt-Peterburg, 539. DOI: 10.1088/1755–1315/539/1/012082.
- Gerasimenko, P.V. (2020). Modelirovaniye i prognozirovaniye pokazateley dinamiki zabolevaniya zhitel'ey regionov koronavirusom COVID-19 [Modeling and forecasting indicators of disease dynamics in the regions with coronavirus COVID-19]. In *Transportnyye sistemy i tekhnologii* [Transport systems and technologies], 6, 4, 88–91. DOI: 10.17816/transsyst20206488–97.
- Goldshteyn, E.M. (2020). Faktory. vliyayushchiye na smertnost ot novoy koronavirusnoy infektsii v raznykh subyektakh [Factors. affecting mortality from a new coronavirus infection in different subjects of the Russian Federation]. In *Zhurnal mikrobiologii. epidemiologii i immunobiologii RF* [Journal of Microbiology. epidemiology and immunobiology], 97, 6, 604–607. DOI: 10.36233/0372–9311–2020–97–6–11.
- Kokoulina, M.V., Epifanova, A.S., Pelinovskiy, E.N., Kurkina, O.E., Kurkin, A.A. (2020). Analiz dinamiki rasprostraneniya koronavirusa s pomoshchyu obobshchennoy logisticheskoy modeli [Analysis of the dynamics of coronavirus distribution using a generalized logistic model]. In *Trudy NGTU im. R. E. Alekseyeva* [Proceedings of NSTU named after R. E. Alekseev], 3 (130), 28–41.
- Legido-Quigley, H., Asgari, N., Teo, Y.Y., Leung, G.M., Oshitani, H., Fukuda, K., et al. (2020). Are high-performing health systems resilient against the COVID-19 epidemic? In *The Lancet*. Mar; 395 (10227): 848–850.
- Makarov, V.L., Bakhtizin, A.R., Sushko, E.D., Ageyeva, A.F. (2020). Modelirovaniye epidemii COVID-19 – preimushchestva agent-oriyentirovannogo podkhoda [Modeling of the COVID-19 epidemic – the advantages of an agent-oriented approach]. In *Ekonomicheskiye i sotsialnyye peremeny: fakty, tendentsii, prognoz* [Economic and social changes: facts. trends. forecast], 13, 4, 58–73. DOI: 10.15838/esc.2020.4.70.3.
- Martynov, V.L., Sazonova, I.E. (2021). Territorialnyye osobennosti demograficheskogo razvitiya v Polshe pod vozdeystviyem pandemii SOVID-19 [Territorial features of demographic development in Poland under the influence of the pandemic COVID-19]. In *Pskovskiy regionologicheskij zhurnal* [Pskov Regional Journal], 1 (45), 37–45. DOI: 10.37490/S221979310013636–2.
- McCall, B. (2020). COVID-19 and artificial intelligence: protecting health-care workers and curbing the spread. In *The Lancet Digital Health*. Apr; 2(4): e166–e167.
- Naumov, S.N., Shvets, Yu. Yu., Gretchenko, A.A. (2021). Otsenka dopolnitel'noy smertnosti nasele-niya v ramkakh pandemii COVID-19 [Assessment of additional mortality of the population as part of the

pandemic COVID-19]. In *Nauchno-analiticheskiy zhurnal Nauka i praktika Rossiyskogo ekonomicheskogo universiteta im. G. V. Plekhanova* [Scientific and analytical journal Science and Practice of the Russian University of Economics named after G. V. Plekhanov], 13, 1, 74–84.

Panin, A.N., Rylskiy, I.A., Tikunov, V.S. (2021). Prostranstvennyye zakonomernosti rasprostraneniya pandemii COVID-19 v Rossii i mire: kartograficheskiy analiz [Spatial patterns of the spread of the pandemic COVID-19 in Russia and the world: cartographic analysis]. In *Vestnik Moskovskogo universiteta. Seriya 5: Geografiya* [Bulletin of Moscow University. Series 5: Geography], 1, 62–77.

Rahmatizadeh, S., Valizadeh-Haghi, S., Dabbagh, A. (2020). The role of artificial intelligence in management of critical COVID-19 patients. In *Journal of Cellular & Molecular Anesthesia* 2020. Apr; 5(1):16–22.

Rodkin, M.V. (2020). O statistike razvitiya epidemii COVID-19 v Rossii i Italii. popytka prognoza metodami matematicheskoy geofiziki [On statistics on the development of the epidemic COVID-19 in Russia and Italy. attempt to predict by methods of mathematical geophysics]. In *Uralskiy geologicheskii zhurnal* [Ural Geological Journal], 2 (134), 3–12.

Rybakov, D.S., Belashev B.Z., (2020). Pogodno-klimaticheskiye usloviya. zagryazneniye atmosfer-nogo vozdukha. vyzovy skoroy meditsinskoy pomoshchi i smertnost naseleniya v Petrozavodsk [Weather and climatic conditions, air pollution, emergency medical challenges and mortality in Petrozavodsk]. In *Ekologiya cheloveka* [Human ecology], 5, 21–30. DOI: 10.33396/1728–0869–2020–5–21–30.

Sinclair, D.A., LaPlante, M.D. (2019). *Lifespan. Why We Age – and Why We Don't Have To*. London, Thorsons, 320 p.

Sinit syn, E.V., Tolmachev, A.V., Ovchinnikov, A.S. (2020). Sotsialno-ekonomicheskiye faktory rasprostraneniya SARS-COV-2 po regionam Rossii [Socio-economic factors of the spread of SARS-COV-2 across the regions of Russia]. In *R-economy* [R-economy], 6(3), 129–145. DOI: 10.15826/recon.2020.6.3.011.

Shilo, S., Rossman, H., Segal, E. (2020). Axes of a revolution: challenges and promises of big data in healthcare. In *Nat Med* 2020. Jan; 26(1): 29–38.

Stepanov, V.S. (2020). Zavisimost' urovnya smertnosti v regionakh ot rasprostranennosti aktivnykh nositelej SARS-CoV-2 i resursov organizacij zdravookhraneniya [The dependence of mortality rates in regions on the prevalence of active SARS-CoV-2 carriers and the resources of health organizations]. In *Analiz riska zdorov'yu* [Health risk analysis], 4, 12–22. DOI: 10.21668/health.risk/2020.4.02.

Tamm, M.V. (2020). Koronavirusnaya infekciya v Moskve: prognozy i scenario [Coronavirus infection in Moscow: predictions and scenarios]. In *Farmakoeconomika. Sovremennaya Farmakoeconomika i Farmakoehipidemiologiya* [Pharmacoeconomics. Modern Pharmacoeconomics and Pharmacoepidemiology], 13 (1), 43–51. DOI: 10.17749/2070–4909.2020.13.1.43–51.

Topol, E.J. (2019). *Deep Medicine. How Artificial Intelligence Can Make Healthcare Human Again*. New York, Basic Books, 400 p.

Topol, E.J. (2019). High-performance medicine: the convergence of human and artificial intelligence. In *Nat Med* 2019. Jan; 25(1):44–56.

Wynants, L., Van Calster, B., Collins, G.S., Riley, R.D., Heinze, G., Schuit, E., et al. (2020). Prediction models for diagnosis and prognosis of covid-19 infection: systematic review and critical appraisal. In *BMJ* 2020. Apr 07; 369: m1328.

Zemcov, S.P., Baburin, V.L. (2020). COVID-19: Prostranstvennaya dinamika i faktory rasprostraneniya po regionam Rossii [COVID-19: Spatial dynamics and distribution factors in the regions of Russia]. In *Izvestiya RAN* [Izvestia RAS. Series geographical], 84, 4, 485–505.

DOI: 10.17516/1997–1370–0783
УДК 330.15

Kuzbass Economy and Carbon Control Tools

Galina E. Mekush* and Andrey A. Panov

*Kemerovo State University
Kemerovo, Russian Federation*

Received 24.05.2021, received in revised form 15.06.2021, accepted 29.06.2021

Abstract. Kuzbass is a resource-type region. Therefore, any prospective carbon control law is a very relevant issue for this part of Siberia. Carbon control laws aim at meeting the environmental standards set up by the Paris Agreement. For Kuzbass, carbon control means production restrictions and poor competitiveness. The research objective was to assess the potential of Kuzbass economy for the period of climate adaptation. The authors analyze various performance evaluation methods that are used to assess carbon control tools, as well as various scenarios for the development of Russian economy. The analysis shows that Kuzbass demonstrates no orientation towards structural and technological modernization, thus proving unready for the transition to low-carbon economy. Local ecosystems are able to absorb no more than 13 % of greenhouse gas (GHG) emissions, while the economic indicators of the carbon intensity keep decreasing as the growth rates of the gross regional product (GRP) outstrip the consumption of fuel and energy resources. Local decision-makers can be recommended to pay special attention to the implementation rate of the best available technologies, as well as to the replication of the experience of effective climate strategies, including the sector of land use, land use change, and forestry (LULUCF). Carbon polygons and carbon farms can be a promising tool for the development of LULUCF sector, as they will also be able to increase the competitiveness of local companies on the carbon market.

Keywords: carbon control tools, Kuzbass economy, low-carbon development scenarios, carbon intensity of the economy, carbon farms

Research area: economics.

Citation: Mekush G. E., Panov A. A. (2021). Kuzbass economy and carbon control tools. J. Sib. Fed. Univ. Humanit. Soc. Sci., 14(7), 1039–1046. DOI: 10.17516/1997–1370–0783.

Экономика Кузбасса и механизмы углеродного регулирования

Г.Е. Мекуш, А.А. Панов

*Кемеровский государственный университет
Российская Федерация, Кемерово*

Аннотация. Перспектива внедрения в России системы углеродного регулирования для достижения экологической цели Парижского соглашения очень актуальна для регионов ресурсного типа с точки зрения возможных ограничений и снижения конкурентоспособности производимой продукции. Цель работы состоит в том, чтобы на основе анализа методических подходов по оценке эффективности различных механизмов углеродного регулирования и сценариев развития экономики России оценить потенциальные возможности экономики Кузбасса в период климатической адаптации. Выявлено, что экономика Кузбасса слабо ориентирована на структурно-технологическую модернизацию для перехода к низкоуглеродному развитию. Экосистемы на территории Кузбасса обладают потенциалом поглощения выбросов парниковых газов не более 13 %. Показатели углеродоемкости экономики снижаются в основном за счет опережающей динамики темпов роста ВРП над потреблением топливно-энергетических ресурсов. Для лиц, принимающих решение на уровне региона, рекомендовано особое внимание уделить темпам внедрения наилучших доступных технологий, тиражирование опыта эффективных климатических стратегий компаний, в том числе в секторе ЗИЗЛХ. Предложено в качестве перспективных технологий в секторе ЗИЗЛХ, а также возможности участия компаний в рынке углеродных единиц использовать создание карбоновых полигонов и ферм.

Ключевые слова: механизмы углеродного регулирования, экономика Кузбасса, сценарии низкоуглеродного развития, углеродоемкость экономики, карбоновые фермы.

Научная специальность: 08.00.05 – экономика и управление народным хозяйством.

Problem Statement

The global socio-economic system depends on numerous crises that have a large-scale impact on all spheres of human activity and hinder sustainable development. The list of global environmental problems includes climate change, marine pollution, extinction, etc. Gradually, these issues have become priority trends in the development of mankind. Nowadays, countries of the world are becoming more active in setting strategic environmental goals and proposing tools for their achievement, and Russia is not an exception. Business participates in this process, along with governments and society, as is often stated in Annual Reports of the

Davos Forum (Bobylev, 2020; Global Risk Report, 2020).

Climate change is one of the key global challenges that require united efforts of all mankind to neutralize negative environmental consequences. In 2015, the Paris Agreement on climate change replaced the Kyoto Protocol. It defined new tools of climate control that can reduce greenhouse gas (GHG) emissions. The Paris Agreement measured the level of GHG emissions as the amount of net emissions, taking into account the absorbing capacity of natural and artificial ecosystems. The goal of the Agreement is to **limit global warming** to well below 2 °C, **preferably to 1.5 °C**, compared to 1990 (Paris Agreement, 2015).

According to the Paris Agreement, the countries that signed it must lower their GHG emissions and adopt new strategic documents that will allow them to start low-carbon development based on their socio-economic interests. More than 150 countries have already submitted their own Nationally Determined Contributions, i. e. roadmaps to emissions reduction (UNFCCC, 2017). According to the roadmap developed by Russia through 2030, its greenhouse emissions are not to exceed 70 % of 1990, if the maximal absorbing capacity of forests allows it (Decree of the President of the Russian Federation No. 666, 2020; Decree of the President of the Russian Federation No. 76, 2021). For instance, the current carbon intensity of domestic electricity, including heat-and-power supply, is already 15 % lower than the world average (Kulapin, 2019). Still, the Paris Agreement implies a decrease in greenhouse emissions by more than four times by 2050 (IPCC Special Report, 2018). However small, these commitments might one day limit Russia's socio-economic development, considering its high level of carbon intensity and low rates of industrial modernization. Therefore, national climate policy should pay special attention to climate control and carbon neutrality.

Russia is currently busy developing its national climate policy and carbon control tools to be used during the period of climate adaptation. The concept and methods for monitoring GHG emissions have already been formed both at the level of regions and at the level of individual businesses (Order No. 15, 2015; Order No. 300, 2015; Order No. 330, 2017). The draft Federal Law «On limiting greenhouse gas emissions» determines legal relations in the sphere of greenhouse emissions, defines the concept of climate projects and carbon units, and explains the rights and duties of members of the climate adaptation process (Draft Law, 2021).

Theoretical Foundations

In Russia, the development and implementation of carbon control tools follows two paths. The first approach is based on the introduction of greenhouse taxes and a system of

emissions trading. The second focuses mostly on building economic development scenarios based on carbon intensity reduction. The process involves not only government bodies and expert community, but also businesses. Foreign experience in the application of various carbon control schemes plays an important role in developing the domestic roadmap to carbon neutrality. It includes both the experience of developed and developing countries, which are actively joining the international climate agenda. The efficiency of carbon control schemes differs from country to country (World Bank, 2016). For instance, Kazakhstan has accumulated some negative experience in emissions trading and is currently trying to improve this system (ICAP, 2018).

According to the experts of the University of the Higher School of Economics (Moscow), any potential carbon control system in Russia will depend on the following factors: high volatility of economic growth, high corruption risks, low performance of governmental institutions, and total dependence on fossil fuels. In spite of the low energy prices, oil and gas make up almost 40 % of the budget revenues and more than 40 % of the Russian exports, which is the highest values among all countries that practise carbon control. However, Russia will easily achieve the desired 70–75 % of the 1990-level GHG emissions by 2030 because, in fact, the goal has already been achieved, and the risks can increase only if this goal is changed (Makarov, Stepanov, 2017).

The team of experts from the Institute for National Economy Forecasting of the Russian Academy of Sciences (Porfiriev *et al.*, 2020) came to the same conclusions about the main factors that are bound to affect the potential carbon control system, should Russia adopt one. However, they predict that by 2024 the rate of economic growth may reach 3–3.5 % precisely due to the factor of production modernization. They also warn of possible economic risks from narrowing the goals of the climate agenda and underestimating the importance of switching to the best available technologies and real structural changes. It is these factors that make the climate policy of developed countries effective.

The risk lies not so much in the increasing GHG emissions as in the slow rate of structural and technological economic modernization, as well as in the fact that the absorptive capacity of ecosystems grows due to various climate projects (Porfirev *et al.*, 2020a). Should carbon control tools be introduced, the main risk for the Russian economy will be the poor export competitiveness in world markets as a result of non-tariff restrictions, e. g. the cross-border carbon tax that EU countries plan to introduce in 2022¹ (Porfirev, 2020).

The Institute for Natural Monopolies Issues published an analytical report on the efficiency of the Kyoto Protocol. The experts assessed the risks that might follow, should Russia introduce a carbon control system according to the recommendations of the Paris Agreement. The experts are more pessimistic about the prospects for carbon control, which is bound to limit the development of the Russian economy and, first of all, its fuel and energy complex. However, they specify the need to modernize production and increase the role of LULUCF in increasing the absorptive capacity of ecosystems.

The climate control objectives will have to be lowered lest they should never be achieved. Otherwise, direct payments for GHG emissions will produce little or no economic and environmental effect (IPEM. Analytical report, 2016). This is the way Russia is now going. The current legislation on limiting GHG emissions provides for «soft» regulation by introducing a reporting system and encouraging nature users to benefit from the implementation of climate projects.

Problem Statement

The future national low-carbon agenda will depend on the specifics of regions, namely their economy and readiness for climate adaptation. The present study evaluates the readiness of the Kemerovo region aka Kuzbass for implementation of carbon control tools. The materials cover the period from 2015 to 2020.

Kuzbass is a typical resource region that relies heavily upon fuel and metallurgical in-

dustries. In 2020, 30 % of the tax revenues of the local budget came from coal mining (20.9 %) and metallurgical enterprises (8.6 %). In fact, Kuzbass is the largest exporter of coal to the CIS and non-CIS countries. Up to 70 % or more of Russian annual coal exports come from Kuzbass. The energy sector is carbon intensive, which makes the formation of climate agenda one of the priorities of the regional environmental policy (Concept, 2020). Despite the environmental risks and the prospects of carbon and technological control, the Kuzbass-2035 Strategy defines the local fuel, energy, chemistry, and metallurgy as the main drivers of economic growth. However, these industries will have to lower their environmental impact if they want to grow and develop (Strategy, 2020).

Methods

The present research features a strategic environmental assessment of the prospects for the socio-economic development of Kuzbass. The analysis includes an inventory of GHG emitted by the local enterprises and an assessment of the capacity of the local ecosystems. The analysis relies on the assessment of the potential for transition to a carbon control.

Discussion

According to the inventory report on the structure of GHG emissions, Energy sector is responsible for the largest share – 72.3 %, Industrial Processes and Product Utilization – for 16.95 %, and Agriculture – for 8.9 %. Compared to 1990, the sectors of Energy, Industrial Processes, and Product Utilization increased their share by an average of 2–4 %, while Agriculture declined by 3.5 %. The assessment of the absorptive capacity of Kuzbass ecosystems rendered an important result: while forests occupy about 60 % of the territory, and national parks – about 16 %, the absorption capacity does not exceed 13 %. Table 1 illustrates the inventory of GHG in Kuzbass and shows that the carbon intensity of the local economy has been decreasing over the past five years. However, the decrease results not from the decrease in GHG emissions, but from the higher GRP growth rates.

¹ Authors' note.

Table 1. Carbon intensity of Kuzbass economy

Indicator	1990	2015	2016	2017	2018	2019
GRP, in current prices, million rubles*	-	843345.4	903348.9	1097861.0	1266424.5	1110415.1
GHG emissions, thousand tons of CO ₂ -eq.	193142.1	133013.6	133127.8	135408.3	134207.7	134598.3
GHG emissions, thousand tons of CO ₂ -eq.including absorption	-	121904.6	121920.9	123953.7	122672.9	122968
Carbon intensity of the economy, t/ mln rubles GRP	-	0.158	0.147	0.123	0.105	0.121

*Source: Internet portal of Kemerovostat (Kemerovo Statistic Service). Access mode: <https://kemerovostat.gks.ru/folder/38633> (accessed 15 May 2021)

The analysis also reveals the following local specific: 61.7 % of the structure of emissions is methane emissions. As for the emissions dynamics, the volume of methane emissions from stationary sources increased by 305,000 tons (39 %) in 2019, compared to 2009². During the same period, other harmful emissions from stationary sources in Kuzbass increased by only 2.4 %. For comparison, Energy sector lowered its CO₂ emissions by 28.6 % and doubled fugitive methane emissions, compared to 1990. Obviously, an increase in underground coal mining, which is the most environmentally friendly method, will increase the volume of fugitive methane emissions. This method will also make it difficult to assess the export of GHG emissions, should a cross-border carbon tax be introduced. It is cross-border carbon control that creates significant risks for the development of the coal industry as a whole.

Kuzbass has exhausted almost all options for reducing GHG emissions to 70 % compared to the 1990. According to the inventory of GHG gases and the assessment of the absorptive capacity of ecosystems, Kuzbass has been increasing emissions over the past five years at a very slow pace. However, if compared to the 1990 level, they have already decreased by 69.49 %. This means that the quantitative objective can be achieved in the current period without much effort, even in the absence of car-

bon control, considering that methane is not on the list of marker substances for coal mining and processing enterprises. The situation may change dramatically if the quantitative objective for GHG emissions is tightened and reaches 60–65 % of 1990.

However, to assess the potential reduction of GHG emissions in the foreseeable future, one needs a comprehensive analysis of their retrospective dynamics (Porfirev *et al.*, 2020a). An analysis of the best practices in the field of low-carbon development suggests that the market is already forcing some Russian companies to act in accordance with the current decarbonization (Blam *et al.*, 2020). As a result, large Russian energy and metallurgical companies that are headquartered in Kuzbass are busy developing strategies to reduce their GHG emissions. Metallurgic giants EVRAZ and RUSAL³ were fast enough to publish their climate strategies and adjusted environmental targets early in 2021. They intend to achieve environmental goals and modernize production by using the best available technologies (EVRAZ Strategy, 2021). For example, the climate agenda of EVRAZ in Kuzbass includes measures to reduce GHG emissions in its metallurgical sector to 20 % per ton of steel by 2030. In fact, the company has developed a one billion rubles investment program that will allow it to reduce methane emissions by 75 % in its coal mining sector.

² Source: data from the Territorial Body of the Federal State Statistics Service for the Kemerovo Region and the South Siberian Interregional Directorate of Rosprirodnadzor (Federal Service for Supervision of Natural Resource Usage)

³ Assess mode: <https://news.rambler.ru/ecology/43252743-kompaniya-rusal-predstavila-prioritetny-ekologicheskoy-politiki-na-5-let/> (accessed 20 May 2021)

The absorption capacity of reclaimed ecosystems, naturally restored disturbed lands, and new green belts needed a separate assessment. The present research includes preliminary estimates of the volume of potential absorption. The analysis is based on the following presumption: in 5–7 years, the annual replenishment of the forest resources by 5,000 hectares provides the absorbing capacity of about 35,000 t/CO₂-eq., excluding previous forest plantations. In 2020–2025, absorption will actually be provided by the trees planted in 2013–2020. The authors believe that forest management should be based on models that take into account economic and legal relations, the current state of forest lands, the species and age composition, operational efficiency, forest fires, etc. (Pyzhev *et al.*, 2019).

The analysis is based on strategic documents on climate agenda and carbon control tools, effective «green» cases implemented by individual companies, and materials for assessing the carbon intensity of the Kuzbass economy. It suggests several scenarios for the development of the region through 2050 during climate adaptation period. In fact, a lot of publications substantiate various options and scenarios for Russia's transition to low-carbon development in different periods. Bashmakov and Myshak (2014) performed a comparative analysis of forecasts of GHG emissions and scenarios in Energy sector for the period up to 2050–2060. They analyzed more than 70 scenarios developed by Russian scientists and classified them into five groups. Their comparison of these scenarios of the dynamics of GHG emissions in the Energy sector of Russia through 2060 showed a large zone of uncertainty. In fact, the range of emission values predicted for 2050 varies from 220 million tons of CO₂-eq. to 6,500 million tons of CO₂-eq., depending on macroeconomic assumptions, intensity of environmental policy measures etc.

Among the numerous approaches, the scenarios proposed by the experts from the Institute of Economic Forecasting of the Russian Academy of Sciences seem to offer the optimal key principles and criteria for assessing the potential of low-carbon development of Kuzbass. The experts described three scenarios: basic,

reasonable, and aggressive (Porfirev *et al.*, 2020a).

Applied to Kuzbass economy, these low-carbon development scenarios will be the following:

1. Basic. In the period through 2030–2035, Kuzbass economy will develop in accordance with its «genetic code» and the milestones defined in the Kuzbass-2035 Strategy. Some structural and technological changes will appear as the market will affect the behavior of large coal and metallurgical companies. Energy sector will see no significant changes: coal will remain the main type of fuel; methane emissions will be partially utilized for heat and energy production; utilities will be gasified in accordance with national projects. In this scenario, GHG emissions can be stabilized through climate projects, e. g. extensive forest plantations. Carbon polygons and farms will increase the absorptive capacity of the local ecosystems. They will keep emissions at 70 % of 1990. As for the risks, most organizations will receive integrated environmental permits for 7 years in the conditions of a system of technological control that is absolutely «insensitive» to environmentalization processes.

2. Reasonable. More ambitious environmental objectives may result from the potential for climate adaptation of the regional economy, accumulated during the basic stage, the influence of the international market, and the requirements of national projects. The authors believe that all Kuzbass enterprises will manage even if the level reaches 60–65 % after 2035. The main risk is that carbon control tools may not work during the basic stage. Even if the EU imposes a cross-border tax, it may not affect the pace of environmentalization because the main coal export is east-oriented, i. e. to countries with a more loyal climate control regime.

3. Aggressive. This scenario can take place if GHG control uses effective tools of the regulatory «guillotine» and a system of technological control based on the best available technologies. Without these working tools, any aggressive scenario to make Kuzbass economy carbon neutral will fail. The policy of its main partner, China, can also become an important

stimulus. If Chinese economy passes the peak of carbon intensity in the 2030s and focuses on achieving carbon neutrality by 2050–2060, it can change the balance of interests at the international level. In this case, the forecast is 17 % of the 1990 level (Porfirev *et al.*, 2020a). Again, the current large-scale forestation projects in Kuzbass can play an important role. If the level of absorption is 30–35 %, it can improve the carbon balance.

Conclusion

The International Climate Agenda affects the development of environmental objectives for regions and individual companies. The

carbon intensity makes products more competitive on the market and serves as a marker of the sustainability and efficiency of the economy.

During the period of climate adaptation, resource-type regions may risk their economy because their rates of structural and technological modernization are usually low and incentives from carbon control tools are weak.

To improve its carbon balance, Kuzbass should focus on creating conditions for increasing the absorption capacity of forest ecosystems; all stakeholders in the climate adaptation process should set up carbon polygons and farms on a voluntary basis.

References

Analytical report «Risks of the implementation of the Paris Climate Agreement for the economy and national security of Russia». Institute for Problems of Natural Monopolies. Moscow. 2016. P. 11. Available at: http://www.ipem.ru/files/files/other/doklad_riski_realizacii_parizhskogo_klimaticheskogo_soglasheniya_dlya_ekonomiki_i_nacionalnoy_bezopasnosti_rossii.pdf (accessed 15 May 2021)

Bashmakov, I.A., Myshak, A.D. (2014). Sravnenie prognozov vybrosov parnikovyykh gazov v sektore «energetika» Rossii na 2010–2060 g. [Comparison of forecasts of greenhouse gas emissions in the Russian energy sector for 2010–2060]. In *Problemy prognozirovaniya [Forecasting problems]*, 4, 48–62.

Bobylev, S.N. (2020). Ustoichivoe razvitiye: novoe videniye budushchego? [Sustainable development: a new vision of the future?]. In *Voprosy politicheskoy ekonomiki [Problems in Political Economy]*, 1(21), 67–83. DOI: 10.5281/zenodo.3753332

Blam, I. Yu., Kovalev, S. Yu. (2020). Nizkouglerodnyi trend v investitsionnoy politike: poisk effektivnykh adaptatsionnykh mekhanizmov [Low-carbon trend in investment policy: search for effective adaptation mechanisms]. In *ECO*, 3, 160–176. DOI: 10.30680/ECO0131–7652–2020–3–160–176.

Decree of the President of the Russian Federation of November 4, 2020, No. 666: «On reducing greenhouse gas emissions». Available at: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/74756623/> (accessed 10 May 2021).

Decree of the President of the Russian Federation of February 8, 2021, No. 76: «On measures to implement the state scientific and technical policy in the field of environmental development of the Russian Federation and climate change». Available at: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_376296/ (accessed 10 May 2021).

Draft Law «On limiting greenhouse gas emissions». Available at: <https://sozd.duma.gov.ru/bill/1116605–7> (accessed 10 May 2021).

Global Risk Report 2020. World Economic Forum. (2020)

Global Warming of 1.5 °C: an IPCC Special Report on the Impacts of Global Warming of 1.5 °C above Pre-Industrial Levels and Related Global Greenhouse Gas Emission Pathways, in the Context of Strengthening the Global Response to the Threat of Climate Change, Sustainable Development, and Efforts to Eradicate Poverty. Summary for Policymakers. – Formally Approved at the First Joint Session of Working Groups I, II and III of the IPCC and Accepted by the 48th Session of the IPCC. Incheon, Republic of Korea, 6 October 2018. 33 p.

ICAP. Kazakhstan ETS suspended until 2018. Available at: <https://icapcarbonaction.com/ru/news-archive/387-kazakhstan-ets-suspended-until-2018>

Kulapin, A.I. (2019). Strategicheskoe razvitiye TEK v svete prinyatiya Parizhskogo soglasheniya po klimatu [Strategic development of the fuel and energy sector in the light of the adoption of the Paris Climate

Agreement], *In Energy policy*, 3(141), 72–77. Available at: <https://minenergo.gov.ru/node/16337> (accessed 10 May 2021).

Makarov, I.A., Stepanov, I.A. (2017). Carbon Regulation: Options and Challenges for Russia, *In Moscow University Bulletin. Ser. 6. Economy*, 6, 3–22.

On the approval of the Strategy for the socio-economic development of the Kemerovo region through 2035. Law of the Kemerovo Region of December 26, 2018, No. 122-OZ // Code. Available at: <http://docs.cntd.ru/document/550305101> (accessed 18 February 2020).

Order of the Ministry of Natural Resources of Russia dated April 16, 2015, No 15-r: «On the approval of methodological recommendations for conducting a voluntary inventory of greenhouse gas emissions in the constituent entities of the Russian Federation». Available at: <https://sudact.ru/law/rasporiazhenie-minprirody-rossii-ot-16042015-n-15-r/metodicheskie-rekomendatsii-po-provedeniiu-dobrovolnoi/> (accessed 10 May 2021).

Order of the Ministry of Natural Resources of Russia (Ministry of Natural Resources and Environment of the Russian Federation) of June 30, 2015 No. 300: «On the approval of methodological instructions and guidelines for quantifying the volume of greenhouse gas emissions by organizations carrying out economic and other activities in the Russian Federation». Available at: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/71183290/> (accessed 10 May 2021).

Order of the Ministry of Natural Resources and Environment of the Russian Federation of June 29, 2017, No. 330: «On Approval of Methodological Guidelines for Quantifying the Volume of Indirect Energy Emissions of Greenhouse Gases» (has not entered into force). Available at: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/71660524/> (accessed 10 May 2021).

Order of the Government of the Kemerovo Region – Kuzbass of 08/31/2020, No. 574-r: «On Approval of the Concept of Environmental Policy of Kuzbass»

EVRAZ strategy for reducing greenhouse gas emissions. Available at: <https://mstrok.ru/news/ekologicheskaya-povestka-nesomnennyy-prioritet-dlya-kompanii-evraz-ozvuchil-chetyre> (accessed 18 May 2021).

Paris Agreement, UN, 2015. Available at: http://unfccc.int/paris_agreement/items/9485.php

Porfirev, B.N., Shirov A. A., Semikashev V. V., Kolpakov A. Yu. (2020). Economic Risks in the Context of Policy Development with Low Greenhouse Gas Emissions in Russia, *In Energy Policy*, 5 (147), 93–103. DOI: 10.20542/0131–2227–2020–64–9–15–25

Porfirev, B.N., Shirov, A.A., Kolpakov, A. Yu. (2020). Low-Carbon Development Strategy: Prospects for the Economy, *In World Economy and International Relations*, 64, 9, 15–25(a). DOI: 10.20542/0131–2227–2020–64–9–15–25

Pyzhev, A.I., Zander, E.V. (2019). Modeling of the regional forest sector to improve economic and legal relations in forest management, *In J. Sib. Fed. Univ. Humanit. Soc. Sci.*, 12(11), 2091–2096. DOI: 10.17516/1997–1370–0515.

World Bank. State and Trends of Carbon Pricing 2016, Washington, DC, 2016.

UNFCCC. INDCs as communicated by Parties. Available at: <http://www4.unfccc.int/Submissions/INDC/Submission%20Pages/submissions.aspx>

DOI: 10.17516/1997–1370–0784
УДК 504.03

Socio-Ecological Inequality in the Russian Federation and Problems of its Measurement

Irina P. Glazyrina* and Irina A. Zabelina

*Institute of Natural Resources, Ecology and Cryology SB RAS
Chita, Russian Federation*

Received 31.05.2021, received in revised form 14.06.2021, accepted 01.07.2021

Abstract. The article discusses some approaches and specific ecological and economic indicators that, in the authors' opinion, have been used more than others in decision-making procedures, in public discourse, and in analysis in connection with the problems of spatial development, including scientific analysis. They are also used for comparative spatial analysis of socio-economic inequality. These include eco-intensity and decoupling coefficients, indicators of per capita environmental pressure and socio-ecological and economic well-being based on the expanded A. Sen's function calculated by region. It is also shown that the calculation of eco-intensity and decoupling without taking into account the accumulation of pollutants can cause a certain limitation of the potential of these indicators in the context of long-term consequences. The conclusion is justified that these tools for measuring socio-ecological inequality cannot be considered as interchangeable, and it is unlikely that «some are better than others». These indicators provide answers to various questions, and characterize the heterogeneity of socio-ecological conditions in the regions of Russia in different aspects. It seems more reasonable to use this tool as a whole, and apply its individual components depending on the specific tasks related to the spatial development of Russia.

Keywords: economic development, region, negative impact on the environment, decoupling effect, eco-intensity, well-being.

The work was carried out within the framework of the state assignment of the INREC SB RAS on the topic «Mechanisms for ensuring economic stability and environmental security in the new model of development of the eastern regions of the Russian Federation in the context of cross-border relations and global challenges of the 21st century» (project No. 121032200126–6). The study of the socio-ecological and economic well-being of Russian regions was carried out with the financial support of the Russian Foundation for Basic Research (project No. 19–010–00434).

Research area: economics.

© Siberian Federal University. All rights reserved

* Corresponding author E-mail address: iglazyrina@bk.ru

ORCID: 0000-0001-6774-9284 (Glazyrina); 0000-0003-4464-2593 (Zabelina)

Citation: Glazyrina I.P., Zabelina I.A. (2021). Socio-ecological inequality in the Russian Federation and problems of its measurement. J. Sib. Fed. Univ. Humanit. Soc. Sci., 14(7), 1047–1062. DOI: 10.17516/1997–1370–0784.

Социально-экологическое неравенство в Российской Федерации и проблемы его измерения

И.П. Глазырина, И.А. Забелина

*Институт природных ресурсов, экологии и криологии СО РАН
Российская Федерация, Чита*

Аннотация. В статье обсуждаются некоторые подходы и конкретные эколого-экономические показатели, которые, на взгляд авторов, в большей степени, чем другие, стали использоваться в процедурах принятия решений, в общественном дискурсе и в анализе в связи с задачами пространственного развития, в том числе научном. Они применяются также для сравнительного пространственного анализа социально-экономического неравенства. К ним относятся коэффициенты эко-интенсивности и декарбонизации, индикаторы подушевой экологической нагрузки и социо-эколого-экономического благополучия на основе расширенной функции А. Сена, рассчитанные в разрезе регионов. Показано также, что расчет эко-интенсивности и декарбонизации без учета накопления загрязняющих веществ может стать причиной определенной ограниченности потенциала этих индикаторов в контексте долгосрочных последствий. Обоснован вывод о том, что приведенные инструменты измерения социально-экологического неравенства нельзя рассматривать как взаимозаменяемые и вряд ли можно утверждать, что «одни лучше других». Эти показатели дают ответы на разные вопросы и характеризуют неоднородность социально-экологических условий в регионах России в разных аспектах. Более конструктивным представляется использовать этот инструментарий целиком и применять его отдельные компоненты в зависимости от конкретных задач, связанных с пространственным развитием России.

Ключевые слова: экономическое развитие, регион, негативное воздействие на окружающую среду, эффект декарбонизации, эко-интенсивность, благополучие.

Работа выполнена в рамках государственного задания ИПРЭК СО РАН по теме «Механизмы обеспечения экономической устойчивости и экологической безопасности в новой модели развития регионов востока РФ в условиях трансграничных отношений и глобальных вызовов 21 в.» (проект № 121032200126–6). Исследование благополучия российских регионов выполнено при финансовой поддержке РФФИ (проект № 19–010–00434 А).

Научная специальность: 08.00.05 – экономика и управление народным хозяйством.

Введение

Количественные измерения экологических негативных последствий, связанных с экономическим развитием, – задача далеко

не новая. На протяжении последних десятилетий на эту тему было проведено много исследований и опубликовано большое количество статей. Были разработаны различ-

ные индикаторы, позволяющие сопоставить достигнутый уровень развития и связанное с ним негативное воздействие на окружающую среду и истощение природных ресурсов: «индекс устойчивого экономического благосостояния» (Armiento, 2018; Castaneda, 1999; Clarke, Islam, 2005; etc.), «истинные сбережения» (Lindmark et al., 2018; Syrtsova et al., 2016), «экологически скорректированный индекс человеческого развития» (Mkrtchyan et al., 2019; Ryumina, 2016), «индекс развития человеческого потенциала» и «индекс скорректированных чистых накоплений» (Bobylev et al., 2018; Pyzheva et al., 2021), «эко-интенсивность» (ЭИ) (De Haan, 2004; Glazyrina, Potravnyi et al., 2005; Zabelina, Deluga, 2019; etc.). Их анализ показывает большое разнообразие подходов, различие методик и их чувствительности к происходящим процессам, а также их возможностей для учета многообразия и специфики российских регионов. По-видимому, одной из первых работ, сыгравших важную роль в разработке методологии сравнительного эколого-экономического анализа для регионов России, стала статья (Ryumina, Anikina, 2006). В данной статье мы обсуждаем некоторые подходы и конкретные показатели, которые, на наш взгляд, в большей степени, чем другие, стали использоваться в процедурах принятия решений, в общественном дискурсе и в анализе в связи с задачами пространственного развития, в том числе научном. Они используются и для сравнительного пространственного анализа социально-экономического неравенства, и наша цель – представить их потенциал именно в этом контексте.

Методы

В настоящем исследовании использованы различные подходы к количественной оценке качества экономического роста.

Эко-интенсивность

ЭИ определяет степень негативного воздействия на окружающую среду в расчете на единицу экономического результата и может быть рассчитана по формуле (Glazyrina, Potravnyi et al., 2005)

$$E_i^j = \frac{P_j}{Y_i}, \quad (1)$$

где E_i^j – ЭИ определенного вида негативного воздействия в i -м регионе; – соответствующая экологическая нагрузка в i -м регионе; – экономический результат, созданный в i -м регионе.

При оценке ЭИ были рассмотрены следующие виды экологической нагрузки: объем сбросов загрязненных сточных вод и выбросов в атмосферу загрязняющих веществ от стационарных источников. В качестве показателей, характеризующих уровень экономического развития и благосостояние населения регионов, выбраны: валовой региональный продукт (ВРП), фонд заработной платы (ФЗП) и объем собственных доходов региональных бюджетов. Высокие значения ЭИ могут свидетельствовать о том, что для получения единицы экономического результата хозяйственной системе региона требуется производить повышенное количество загрязняющих веществ. Рост показателя за анализируемый временной интервал рассматривается как негативная тенденция и признак либо отсутствия, либо недостаточной эффективности экологической модернизации, поскольку на каждую единицу экономического результата в текущем периоде приходится больший по сравнению с базовым периодом объем загрязнений.

Эффект декарпинга

Для выявления рассогласования темпов экономического роста и загрязнения окружающей среды используется коэффициент декарпинга, который рассчитывается по формуле (Nagvi, Zwickl, 2017)

$$D_t = 1 - \frac{E_t/Y_t}{E_0/Y_0} \quad (2)$$

где E_0 и E_t – показатели, характеризующие негативное воздействие на окружающую среду в базовом и текущем периодах; Y_0 и Y_t показатели, характеризующие экономический результат в базовом и текущем периодах соответственно.

Положительное значение показателя свидетельствует о разделении трендов экономического развития и негативного воздействия на окружающую среду воздействия, т. е. скорость экономического роста превышает темпы загрязнения природных сред. Если значение коэффициента D_i равно нулю или отрицательно, то эффект декарпинга отсутствует.

Социо-эколого-экономическое благополучие

Оценка социального благополучия регионов РФ может быть выполнена с использованием мультипликативной модели (Malkina, 2017), построенной на основе расширенной функции благосостояния

А. Сена (Sen, 1976). Включение в эту модель экологического компонента позволяет учесть такой важный аспект благосостояния как качество окружающей среды. В табл. 1 представлены компоненты мультипликативной модели с учетом экологического фактора и их краткая характеристика (Zabelina, Parfenova, 2021).

Для регионов РФ были рассчитаны следующие показатели благополучия:

– S (на основе базовой модели, т. е. без учета экологического компонента E) за период с 2008 по 2019 г.;

– SE (E определяется как среднее арифметическое частных экологических индексов, учитывающих состояние атмос-

Таблица 1. Компоненты мультипликативной модели, основанной на расширенной функции А. Сена

Table 1. Factors of the multiplicative model, based on the A. Sen extended function

Компонент модели	Обозначение компонента в формуле	Краткая характеристика
Среднедушевой ВРП в регионе, руб/чел.	$\frac{Y}{N}$	ВРП в расчете на душу населения
Доля доходов населения в ВРП в регионе	$\frac{D}{Y}$	Рассчитывается как отношение денежных доходов населения к ВРП
Индекс, обратный стоимости жизни в регионе	$\frac{\overline{CI}}{CI}$	Рассчитывается как отношение стоимости фиксированного набора потребительских товаров и услуг (СФНТИУ) в стране к стоимости данного набора в регионе
Показатель, учитывающий дифференциацию доходов в регионе	$(I-G)$	Рассчитывается как $I-G$, где G – внутрирегиональный коэффициент Джини для номинальных доходов населения
Интегральный экологический индекс, характеризующий качество окружающей среды в регионе	$E = \frac{\sum_{i=1}^n P_i}{n}$	Определяется как среднее арифметическое нормированных частных экологических индексов, которые рассчитываются на основе следующих показателей: удельный вес исследованных проб воздуха с превышением предельно допустимых концентраций (P_1); удельный вес исследованных проб воды, не соответствующих гигиеническим нормативам по санитарно-химическим и микробиологическим показателям (P_2, P_3); удельный вес исследованных проб почвы селитебных территорий, не соответствующих гигиеническим нормативам по санитарно-химическим, микробиологическим и паразитарным показателям (P_4-P_6). E изменяется в диапазоне от 0 до 1: чем выше его значение, тем благополучнее состояние окружающей среды в регионе

ферного воздуха и водных объектов) за период с 2008 по 2019 г.;

– SE_s (E определяется как среднее арифметическое частных экологических индексов, учитывающих состояние воздуха, водных объектов и почв) за 2012, 2015–2019 гг.

Все используемые в исследовании стоимостные показатели были приведены к сопоставимым ценам 2008 г.¹ При оценке ЭИ и эффекта декаплинга также была учтена разница цен в регионах: ВРП базового года был скорректирован с использованием коэффициента, представляющего собой отношение среднего арифметического СФНТиУ по стране на конец 2007 и 2008 гг. к аналогичному среднеарифметическому в регионе (Mel'nikov, 2005).

Результаты и обсуждение

Подушевая экологическая нагрузка

Экологическая нагрузка в расчете на душу населения распределена по регионам крайне неравномерно, это объясняется различным уровнем развития региональных хозяйственных систем, их отраслевой структурой и характером энергообеспечения. На рис. 1 представлено пространственное распределение среднедушевых показателей негативного воздействия на окружающую среду и их изменение. Исторически сложившаяся сырьевая специализация многих природно-ресурсных регионов Сибири и Дальнего Востока обуславливает высокий уровень негативного воздействия на природные среды. Это особенно заметно в отношении загрязнения окружающей среды отходами производства и потребления, основным источником поступления которых являются предприятия горнодобывающей промышленности. Например, в Забайкальском крае 99 % от общего объема отходов приходится на горнодобывающие предприятия². Первое место по величине образования отходов произ-

водства и потребления в расчете на душу населения среди регионов РФ занимает Кемеровская область, превосходя среднероссийский показатель почти в 27 раз (рис. 1а).

По объему выбросов загрязняющих атмосферу веществ от стационарных источников наихудшие позиции традиционно занимают нефтегазовые территории: Ханты-Мансийский, Ямало-Ненецкий и Ненецкий АО (рис. 1б). Среди регионов Сибири по данному виду негативного воздействия особенно выделяется Красноярский край (в 2019 г. на одного жителя приходилось 847 кг загрязняющих атмосферу веществ), на территории которого расположено крупнейшее предприятие цветной металлургии – ГМК «Норильский Никель», который является лидером по объему выбросов серы не только в РФ, но и во всем мире (Pyzheva et al., 2019).

Пространственный анализ изменения среднедушевой экологической нагрузки показал, что многие субъекты РФ характеризовались снижением антропогенного воздействия на атмосферу: в период с 2008 по 2019 г. в 45 российских регионах уменьшились среднедушевые выбросы. Приграничные регионы Востока РФ имели разнонаправленные тенденции в отношении данного вида экологической нагрузки. Так, в Амурской области, Хабаровском крае подушевой объем эмиссий загрязняющих веществ увеличился за рассматриваемый период. Наибольшее влияние на динамику этого показателя в Амурской области оказали предприятия электроэнергетической отрасли, вклад которой в общий объем эмиссий загрязняющих веществ за последние несколько лет заметно вырос: с 54 до 75 % в 2005 и 2019 гг. соответственно.

Другой экологической проблемой является загрязнение почвы и водоемов сточными водами. Наиболее сложная ситуация в отношении данного вида экологической нагрузки наблюдается в отдельных регионах Северо-Западного федерального округа (Республики Коми и Карелия, Мурманская и Архангельская области) (рис. 1в). В этих

¹ ВРП был скорректирован с использованием индекса физического объема ВРП, а остальные показатели – с помощью индекса потребительских цен.

² Доклад об экологической ситуации в Забайкальском крае в 2018 г. URL: <https://олд-минприр.зabaykalskiykray.rf/u/xp> – h1aakfkgb/files/Доклад%20об%20

экологической%20ситуации_2018.zip (дата обращения: 27.05.2021).



а) Образование отходов производства и потребления на душу населения (т/чел)
 Production and consumption waste generation (tons per capita)



б) Выбросы загрязняющих атмосферу веществ от стационарных источников на душу населения (кг/чел)
 Air pollutant emission from stationary sources (kg per capita)



в) Сброс загрязненных сточных вод на душу населения (куб. м/чел)
 Discharge of polluted wastewater (cubic meters per capita)

Рис. 1. Пространственное распределение показателей экологической нагрузки в 2019 г.

Fig. 1. Spatial distribution of environmental pressure indicators, 2019

регионах объем сброса загрязненных сточных вод в расчете на одного жителя существенно (в 2,5–4,1 раза) превосходит среднероссийский показатель (85,9 куб. м на душу населения). Тенденция снижения объема сброса загрязненных сточных вод, наблюдаемая на национальном уровне, также отмечается и в большинстве российских регионов (69 из 83).

Показатели подушевой экологической нагрузки можно считать в некотором смысле интегральными: они являются количественными характеристиками тех негативных последствий, которые связаны с проживанием и экономической деятельностью в регионе в расчете на одного человека. Они удобны для межрегиональных сравнений региональных социо-эколого-экономических систем, но их трудно использовать в процедурах принятия тех решений, для которых важно выявить причинно-следственные связи.

Эко-интенсивность

В последние годы в РФ отмечается тенденция снижения как общей экологической нагрузки (валовых сбросов и выбросов за-

грязняющих веществ), так и ЭИ (табл. 2). Однако, несмотря на наблюдающееся снижение уровня негативного воздействия, в окружающей среде происходит накопление загрязняющих веществ, воздействие которых она не успевает нейтрализовать (Glazyrina et al.; 2006; Mkrtchyan et al., 2017).

В 2019 г. почти в половине российских регионов ЭИ выбросов загрязняющих веществ была ниже среднероссийского уровня (0,44 кг/тыс. руб. ВРП). Среди наименее благополучных территорий, в которых на каждую тысячу ВРП выбрасывается более 1 кг загрязняющих веществ, оказались некоторые промышленные регионы Урала, Сибири и Дальнего Востока. В европейской части страны выделяются Ненецкий АО, Республики Карелия и Коми, Мурманская и Вологодская области. Наибольший рост удельных выбросов загрязняющих веществ отмечался в трех регионах: Краснодарском крае (ЭИ выросла на 140 %), Псковской области (на 100 %) и Тюменской области (на 84 %).

Использование в оценках ЭИ других показателей, характеризующих экономи-

Таблица 2. Показатели экологической нагрузки и ЭИ в РФ и их изменение
Table 2. Indicators of environmental pressure and eco-intensity and their changes, Russian Federation

Показатель	Ед. изм.	2008	2012	2019	Изменение в 2008–2019 гг.,%
Экологическая нагрузка					
Общий объем выбросов в атмосферу	тыс. т	20103	19630	17295	-14,0
Выбросы твердых веществ		2704	2249	1611	-40,4
Выбросы диоксида серы		4534	4341	3677	-18,9
Выбросы оксидов азота		1817	1938	1799	-0,97
Выбросы оксида углерода		6092	6002	4835	-20,6
Сброс загрязненных сточных вод	млн м ³	17119	15678	12602	-26,4
ЭИ					
Общий объем выбросов в атмосферу	кг / тыс. руб. ВРП	0,59	0,55	0,44	-25,4
Выбросы твердых веществ		0,08	0,06	0,04	-48,3
Выбросы диоксида серы		0,13	0,12	0,09	-29,7
Выбросы оксидов азота		0,05	0,05	0,05	-14,2
Выбросы оксида углерода		0,18	0,17	0,12	-31,2
Сброс загрязненных сточных вод	м ³ / тыс. руб. ВРП	0,50	0,44	0,32	-36,2

ческий результат, несколько меняет полученную картину. Заметно увеличилось число территорий с ростом эмиссий загрязняющих веществ в расчете на 1000 руб. собственных доходов региональных бюджетов и ФЗП: 28 и 31 регион соответственно (табл. 3).

Состав групп с наилучшими показателями качества экономического роста существенно не меняется. Города Москва и Санкт-Петербург, Кабардино-Балкарская Республика и Московская область имеют наилучшие показатели ЭИ выбросов загрязняющих веществ. Республика Алтай,

Таблица 3. ЭИ выбросов загрязняющих атмосферу веществ от стационарных источников и сбросов загрязненных сточных вод (на 1000 руб. экономического результата)

Table 3. Eco-intensity of air pollutant emissions from stationary sources and discharges of polluted wastewater (per 1000 rubles of economic result)

	Экономический результат		
	ВРП	налоги, сборы и иные обязательные платежи в консолидированный бюджет субъектов РФ	ФЗП
ЭИ выбросов загрязняющих веществ от стационарных источников			
Регионы с наилучшими показателями	0,01–0,09 кг г. Москва; Республика Дагестан; Кабардино-Балкарская Республика; г. Санкт-Петербург; Московская обл.	0,07–0,79 кг г. Москва; г. Санкт-Петербург; Кабардино-Балкарская Республика; Московская обл.; Республика Адыгея	0,02–0,21 кг г. Москва; г. Санкт-Петербург; Кабардино-Балкарская Республика; Республика Дагестан; Московская обл.
Регионы с наихудшими показателями	1,37–2,85 кг Мурманская обл.; Магаданская обл.; Республика Коми; Красноярский край; Кемеровская обл.	10,41–25,72 кг Оренбургская обл.; Вологодская обл.; Липецкая обл.; Красноярский край; Кемеровская обл.	3,97–8,61 кг Ненецкий АО; Республика Коми; Вологодская обл.; Красноярский край; Кемеровская обл.
Число регионов с ростом ЭИ	23	28	31
ЭИ сбросов загрязненных сточных вод			
Регионы с наилучшими показателями	0,002–0,04 м ³ Ненецкий АО; Республика Алтай; Республика Мордовия; Ямало-Ненецкий АО; Курская обл.	0,01–0,38 м ³ Ненецкий АО; Республика Алтай; Ямало-Ненецкий АО; Чукотский АО; Сахалинская обл.	0,01–0,14 м ³ Ненецкий АО; Республика Алтай; Ямало-Ненецкий АО; Магаданская область; Чукотский АО
Регионы с наихудшими показателями	1,14–1,95 м ³ Республика Коми; Республика Северная Осетия-Алания; Архангельская обл.; Мурманская обл. Республика Карелия	7,98–16,06 м ³ Томская обл.; Архангельская обл.; Карачаево-Черкесская Республика; Республика Северная Осетия-Алания; Республика Карелия	2,82–4,47 м ³ Республика Коми; Архангельская обл. Карачаево-Черкесская Республика; Республика Северная Осетия-Алания; Республика Карелия
Число регионов с ростом ЭИ	11	11	12

Ненецкий и Ямало-Ненецкий АО устойчиво входят в группу с наиболее низкими сбросами загрязненных сточных вод в расчете на единицу экономического результата. Самая тревожная ситуация с загрязнением окружающей среды сточными водами отмечалась в Архангельской области, Республиках Северная Осетия-Алания и Карелия, которые стабильно находились в группе наименее благополучных. Отдельно стоит упомянуть Красноярский край и Кемеровскую область, которые устойчиво занимают лидирующие позиции в антирейтинге регионов РФ по интенсивности негативного воздействия на атмосферу.

Коэффициент декаплинга

Анализ трендов эколого-экономического развития российской экономики свидетельствует о том, что за период с 2008 по 2019 г. суммарный ВРП в сопоставимых ценах 2008 г. вырос на 15,4 %. Экономическое развитие сопровождалось снижением отдельных видов экологической нагрузки: объемы выбросов загрязняющих веществ от стационарных источников и сбросов загрязненных сточных вод сократились на 14 и 26 % соответственно. По данным видам негативного

воздействия коэффициент декаплинга преимущественно положителен (рис. 2).

Гораздо хуже складывается ситуация с отходами производства и потребления. Коэффициент декаплинга варьирует в диапазоне от $-0,14$ (2017–2018 гг.) до $0,02$ (2014–2015 гг.). Объем отходов производства и потребления в стране стабильно увеличивается (за исключением 2009 и 2015 гг.). Результаты расчетов, выполненных для регионов РФ, показали также отсутствие эффекта декаплинга в большинстве из них.

По выбросам загрязняющих атмосферу веществ от стационарных источников в отдельных регионах, расположенных преимущественно в Центральном, Северо-Западном, Северо-Кавказском и Южном федеральных округах, эффект декаплинга отсутствует (рис. 3а).

Отрасли экономики оказывают разное по степени негативное воздействие на окружающую среду. В число ключевых загрязнителей входят предприятия добывающего сектора и электроэнергетической отрасли. Согласно результатам расчетов почти в половине регионов (32 из 66) рассогласования темпов развития добывающей отрасли и загрязнения атмосферного воздуха не отмечалось (рис. 3б). Наименее благополучная

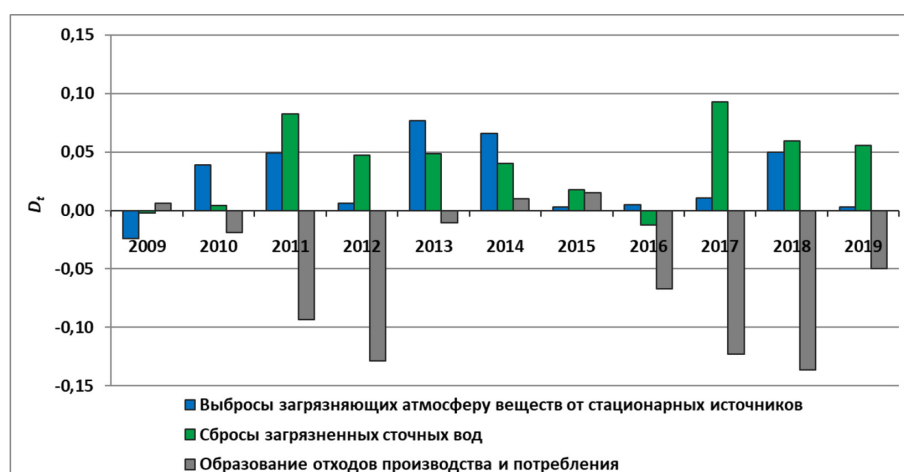
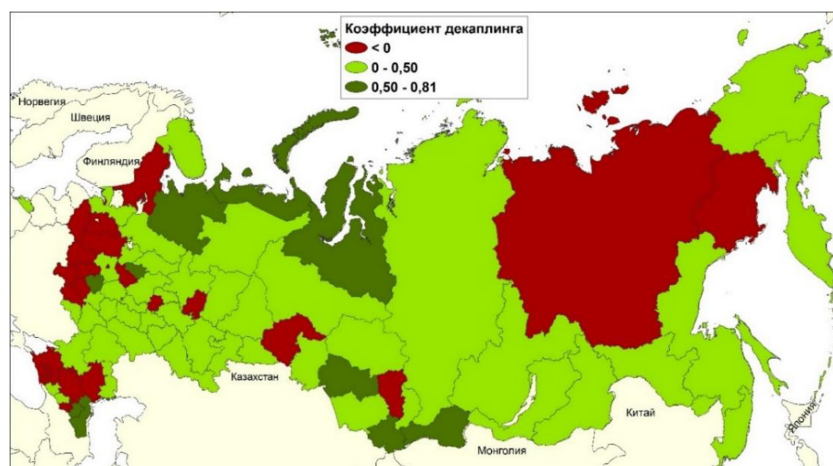
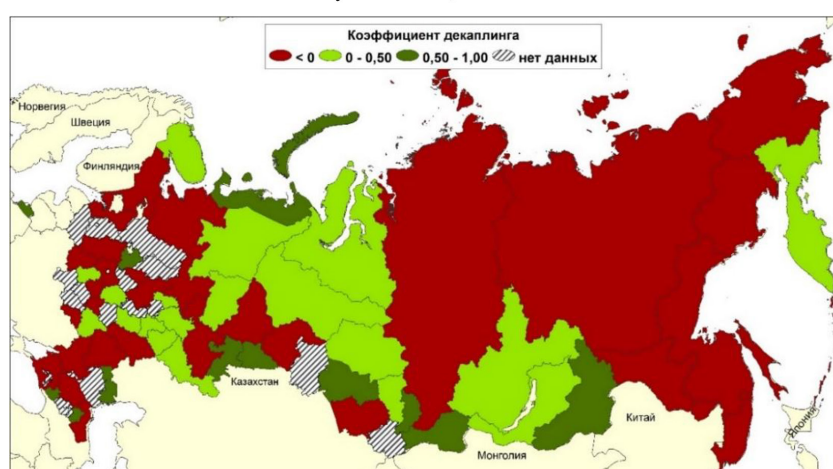


Рис. 2. Динамика коэффициента декаплинга для основных видов негативного воздействия на окружающую среду в РФ, 2009–2019 гг.

Fig. 2. Dynamics of the decoupling coefficient for the main types of environmental pressure in the Russian Federation, 2009–2019



а) Экономика в целом, 2008 и 2019 гг.
Economy as a whole, 2008 and 2019



б) ВЭД «Добыча полезных ископаемых», 2008 и 2016 гг.
Mining and quarrying, 2008 and 2016

Рис. 3. Коэффициент декаплинга для российских регионов:
выбросы загрязняющих атмосферу веществ от стационарных источников*

Fig. 3. The decoupling coefficient for Russian regions:
air pollutant emissions from stationary sources

*Данные, характеризующие негативное воздействие базовых отраслей экономики в региональном разрезе, доступны только до 2016 г.

ситуация наблюдается в Ленинградской области, в которой объем выбросов от ВЭД «Добыча полезных ископаемых» вырос в 6,2 раза по отношению к базовому году ($D_t = -6,3$).

Оценка благополучия российских регионов

Результаты расчетов показали, что регионы РФ в значительной степени диф-

ференцированы по уровню благополучия. Более половины из них (52 из 83) не дотягивают до среднероссийского показателя, полученного на основе базовой модели (9535 руб/чел. в 2019 г.). В группу наименее благополучных (значение S не превышало 8000 руб/чел.) вошли 18 регионов, среди которых оказались и некоторые приграничные территории Востока России: Забай-

кальский край, Еврейская АО и Республика Бурятия. Наиболее благополучными согласно базовой мультипликативной функции были регионы, специализирующиеся на добыче полезных ископаемых: Ханты-Мансийский и Ненецкий АО, Чукотский АО и Сахалинская область.

Рассмотренные выше показатели экологической нагрузки, несомненно, являются важными характеристиками развития территориальных социо-эколого-экономических систем. Однако Е. В. Рюмина справедливо отмечает, что традиционно используемые для характеристики состояния окружающей среды выбросы загрязняющих веществ и сбросы в водные объекты неоднозначно определяют реальные экологические условия жизни, так как не учитывают некоторые формирующие это состояние факторы (например, фоновые концентрации загрязняющих веществ и климатические условия). В работах (Ryumina, 2014; Ryumina, 2016) состояние природных сред как экологические условия жизни населения предлагается характеризовать показателем доли неудов-

летворительных проб воздуха и воды в общем числе исследованных проб. В нашем исследовании мы также включили в анализ показатель, учитывающий состояние почв селитебных территорий.

Результаты расчетов экологически скорректированного уровня благополучия показали, что влияние экологического фактора весьма существенно: максимальная разница между показателями S и SE в 2019 г. достигала 67 %, а между S и SE_s – 43 %. На рис. 4 представлены оцененные на основе базовой функции и модели с учетом экологических условий показатели благополучия по субъектам РФ, характеризующимся наиболее и наименее существенной разницей между изучаемыми характеристиками.

Проблема накопления загрязняющих веществ

Все рассмотренные показатели не учитывают один важный аспект негативного антропогенного воздействия – накопление загрязняющих веществ в окружающей среде. Долгоживущие загрязнители продолжа-

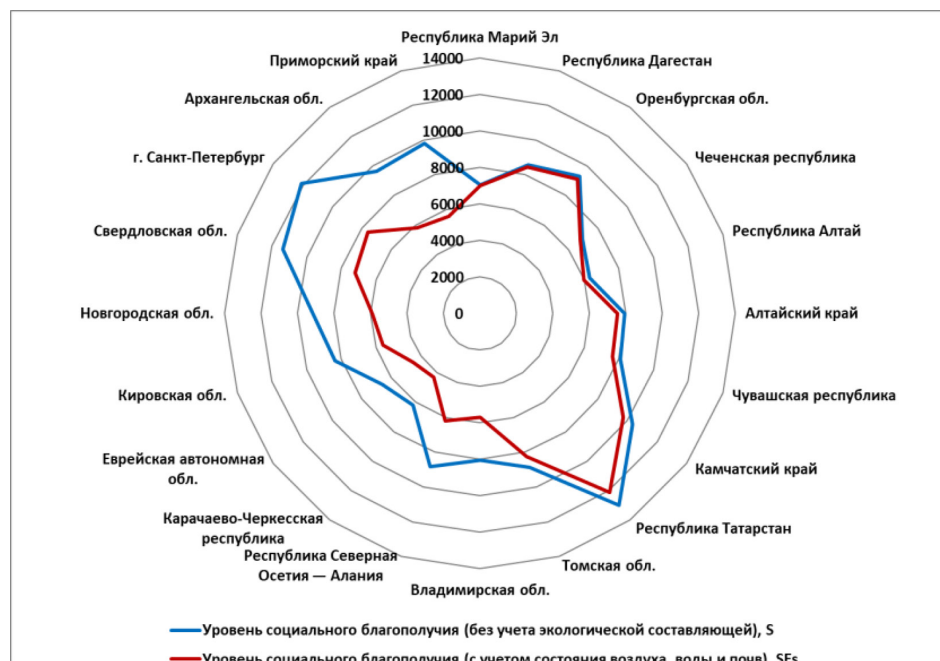


Рис. 4. Сравнение показателей S и SE_s , 2019 г.
Fig. 4. Comparison of S and SE_s indicators, 2019

ют оказывать вредное воздействие в течение значительного периода после момента их эмиссии. Более того, их постепенное накопление усиливает негативное воздействие. Для того чтобы продемонстрировать, насколько существенным может оказаться этот эффект, мы использовали математическую модель из работы (Glazyrina et al, 2006)³. Она позволяет учесть накопление загрязняющих веществ в зависимости от скорости ассимиляции загрязнителя в природной среде и от срока жизни производственного проекта, сопровождающегося его эмиссией.

Для простоты предположим, что проект предусматривает постоянный объем производства продукции в течение всего срока реализации, с постоянной добавленной стоимостью в расчете на единицу продукции. Предположим также, что с каждой единицей продукции выбрасываются загрязняющие субстанции и эти выбросы постоянны в течение жизни проекта. Итак, пусть:

N – срок реализации проекта;

r – ставка дисконтирования;

δ – доля загрязнений, которые разлагаются в течении года;

L – годовой объем добавленной стоимости.

В работе (Glazyrina et al, 2006) показано, что объем загрязнений, накапливающихся за N лет, рассчитывается по формуле

$$Z(N) = e \sum_{t=1}^N \frac{1-(1-\delta)^t}{\delta}. \quad (3)$$

Современная оценка добавленной стоимости за N лет рассчитывается по формуле

$$Y(N) = \sum_{t=1}^N \frac{1}{(1+r)^t} L. \quad (4)$$

Можно рассчитать показатель негативного воздействия в расчете на единицу произведенной продукции за весь срок жизни проекта:

$$\bar{E}(N) = \frac{Z(N)}{Y(N)} = \frac{e \sum_{t=1}^N [1-(1-\delta)^t]}{\delta L \sum_{t=1}^N \frac{1}{(1+r)^t}}. \quad (5)$$

Будем называть $\bar{E}(N)$ показателем ЭИ с учетом накопления загрязнений. Мы можем рассматривать эту величину как «экологическую цену», которое платит общество за то, что производит и потребляет материальные блага, производство которых наносит ущерб среде его обитания, в расчете на за единицу продукции для конкретного продукта.

Ясно, что с ростом длительности проекта этот показатель растет при любых параметрах. Для оценки, насколько может быть существенным фактор накопления загрязняющих веществ, были проведены модельные численные расчеты (более подробно они представлены в работе (Glazyrina, Chavkin, 2021)). Значение $\delta=1$ соответствует случаю, когда загрязняющее вещество разлагается в течение одного года и накопления загрязнений не происходит. Один из вариантов такого расчета ($L=1$, $e=1$) представлен на рис. 5.

Можно видеть, как с увеличением срока жизни проекта возрастает значимость параметра δ . Если речь идет об относительно быстро разлагающихся загрязнителях ($\delta = 0,4$, то есть разложение происходит за 2,5 года), то при процентной ставке 0,05 на временном горизонте 30 лет примерно в 4,6 раза превышает значение ЭИ без учета загрязнений. Однако для долгоживущих загрязнителей ($\delta = 0,1$, то есть разложение загрязнителя происходит за 10 лет) это превышение составляет уже 13 раз. Таким образом, накопление загрязняющих веществ в результате экономической деятельности – важный фактор в контексте влияния на эколого-экономический баланс. Однако в настоящее время этот фактор не учитывается ни при оценке антропогенного воздействия, ни в инструментах эколого-экономического регулирования. Препятствием для этого является сложность определения параметра δ для конкретных загрязнителей, это, как правило, требует серьезных естественно-научных исследований. Поэтому данную задачу в первую очередь целесообразно поставить для особо опасных долгоживущих загрязнителей.

³ На русском языке описание модели приведено в (Glazyrina et al, 2004; Glazyrina, Potravnyi et al., 2005).

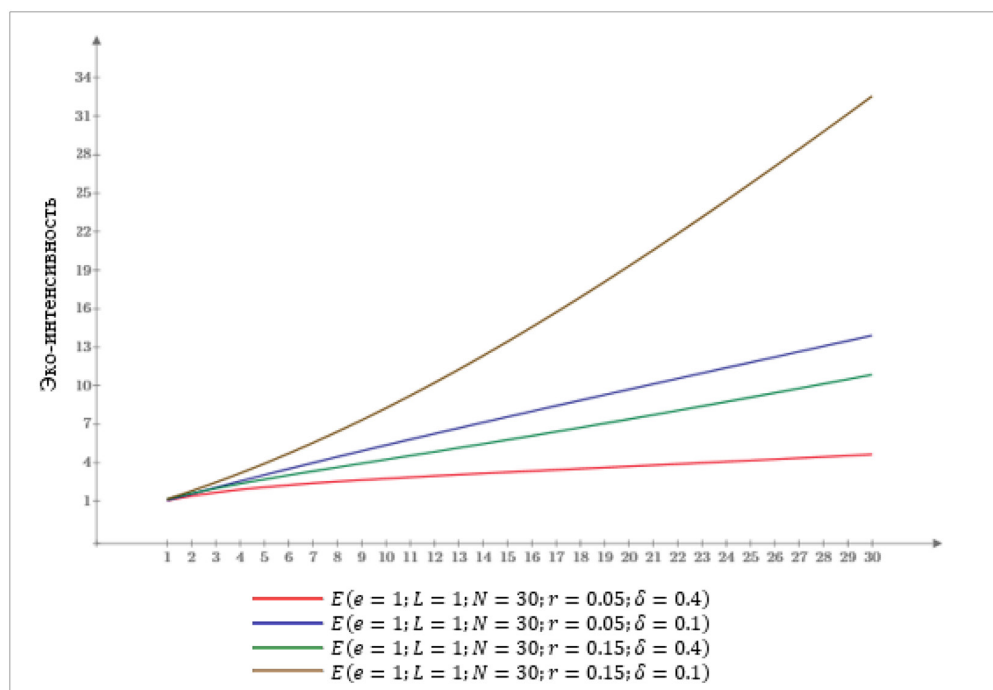


Рис. 5. Динамика показателя ЭИ с учетом накопления загрязнений в зависимости от скорости ассимиляции загрязнителя в окружающей среде и процентной ставки

Fig. 5. Dynamics of the eco-intensity indicator, taking into account the accumulation of pollutants, depending on the rate of pollutant assimilation in the environment and the interest rate

Заключение

Все представленные показатели – измерители удельного антропогенного воздействия – могут использоваться и/или используются для оценки социально-экологического неравенства, при этом они характеризуют его в различных аспектах.

Удельные показатели подушевой экологической нагрузки можно рассматривать как количественные характеристики «экологической стоимости существования» (то есть проживания и экономической деятельности) человека в конкретном регионе. Межрегиональные сравнения по этому показателю (см. рис. 1) демонстрируют как их различие, так и динамику изменений для разных регионов России. Это необходимо учитывать при разработке планов пространственного развития. В ближайшие годы такая задача будет актуальна в связи с планами развития арктических территорий.

Индикатор ЭИ можно рассматривать как технологическую характеристику хозяйственной деятельности региона, если в качестве экономического результата принимается произведенный здесь ВРП. Межрегиональные сравнения демонстрируют, какое воздействие на природные среды оказывает производство единицы добавленной стоимости в различных регионах. Если в качестве экономического результата мы рассматриваем поступление налогов региональный бюджет или ФЗП, то этот индикатор показывает нам соотношение между экологической нагрузкой и вкладом экономической деятельности в общественное и индивидуальное благосостояние соответственно. Межрегиональные сравнения раскрывают существенное неравенство по данному социально-экологическому показателю.

Показатели ЭИ и декарпинга тесно связаны между собой. Коэффициент де-

каплинга характеризует динамику ЭИ за рассматриваемый период. Положительное значение коэффициента декаплинга эквивалентно снижению ЭИ, то есть фиксирует некоторый уровень экологической модернизации экономики региона. Сравнительный пространственный анализ по этим показателям позволяет судить о темпах экологической модернизации/демодернизации в разных частях страны. Положительное значение декаплинга, безусловно, демонстрирует позитивные технологические изменения, однако надо иметь в виду, что это не означает, что рост экономики можно считать «зеленым», поскольку он не гарантирует общего снижения экологической нагрузки (Glazyrina, 2020). Расчет ЭИ с учетом накопления загрязняющих веществ демонстрирует определенную ограниченность этих индикаторов в контексте долгосрочных последствий.

Показатель благополучия российских регионов на основе расширенной функции

А. Сена занимает в этом ряду особое место. Он характеризует качество жизни в конкретном регионе с учетом экологического состояния и также позволяет проводить межрегиональные сравнения. Методика расчета дает возможность оценить вклад экологической составляющей наряду с другими факторами: экономического развития, уровня неравенства и т. д.

Таким образом, все приведенные инструменты измерения социально-экологического неравенства нельзя рассматривать как взаимозаменяемые, и вряд ли можно утверждать, что «одни лучше других». Эти показатели дают ответы на разные вопросы и характеризуют неоднородность социально-экологических условий в регионах России в разных аспектах. Более конструктивным представляется использовать этот инструментарий целиком и применять его отдельные компоненты в зависимости от конкретных задач, связанных с пространственным развитием России.

Список литературы

- Бобылев, С.Н., Кудрявцева, О.В., Соловьева, С.В., Ситкина, К.С. (2018). Индикаторы экологически устойчивого развития: региональное измерение // Вестник МГУ. Сер. 6, Экономика, 2, 21–33.
- Глазырина, И.П., Глазырин, В.В., Винниченко, С.В. (2004). Проблема качества экономического роста и экологический долг // Экономика природопользования, 3, 21–31.
- Глазырина, И.П. (2020). Тернистый путь к «зеленой» экономике ЭКО, 50 (9), 8–23. DOI: 10.30680/есо0131-7652-2020-9-8-23
- Глазырина, И.П., Потравный, И.М. и др. (2005). Экологические индикаторы качества роста региональной экономики. Москва, 306 с.
- Малкина, М.Ю. (2017). Социальное благополучие регионов Российской Федерации // Экономика региона, 13 (1), 49–62. DOI: 10.17059/2017-1-5.
- Мельников, Р.М. (2005). Анализ динамики межрегионального экономического неравенства: зарубежные подходы и российская практика // Регион: экономика и социология, 4, 3–18.
- Мкртчян, Г.М., Тагаева, Т.О., Бокслер, А.И. (2019). Индекс человеческого развития в регионах РФ с учетом ситуации в сфере обращения с отходами // Мир экономики и управления, 19 (3), 41–57. DOI 10.25205/2542-0429-2019-19-3-41-57.
- Мкртчян, Г.М., Тагаева, Т.О., Цвелодуб, В.О. (2017). Анализ и прогноз экологической нагрузки в России // Мир экономики и управления, 17 (1), 57–69.
- Пыжева, Ю.И., Пыжев, А.И., Зандер, Е.В. (2019). Перспективы решения проблемы загрязнения атмосферного воздуха регионов России // Экономический анализ: теория и практика, 18, 3 (486), 496–513. DOI: 10.24891/ea.18.3.496
- Рюмина, Е.В. (2014). Экологическая характеристика качества населения // Экономика региона, 3 (39), 82–90. DOI 10.17059/2014-3-7.
- Рюмина, Е.В. (2016). Экологические аспекты оценки качества жизни // Экономика региона, 12 (4), 1113–1122. DOI: 10.17059/2016-4-13.

Рюмина, Е.В., Аникина, А.М. (2006). Оценка ущерба от загрязнения окружающей среды по регионам России // Экономика природопользования, 5, 89–96.

Сырцова, Е.А., Пыжжев, А.И., Зандер, Е.В. (2016). Истинные сбережения регионов Сибири: новые оценки, старые проблемы // ЭКО, 6 (504), 109–129.

Забелина, И.А., Делюга, А.В. (2019). Геоэкологические индикаторы устойчивого развития: пространственный анализ // Устойчивое развитие горных территорий, 11(1), 15–25. DOI: 10.21177/1998–4502–2019–11–1–15–25

Забелина, И.А., Парфенова, К.В. (2021). Механизмы ускоренного экономического роста регионов Дальнего Востока // Социум и власть, 1 (87), 60–75. DOI: 10.22394/1996–0522–2021–1–60–75

References

Armiento, M. (2018). The Sustainable Welfare Index: Towards a Threshold Effect for Italy, *In Ecological Economics*, 152, 296–309. doi.org/10.1016/j.ecolecon.2018.06.014.

Bobylyev, S.N., Kudryavtseva, O.V., Solovyeva, S.V., Sitkina, K.S. (2018). Indikatory ekologicheskoi ustoichivogo razvitiia: regional'noe izmerenie [Sustainable development indicators: regional dimension], *In Vestnik Moskovskogo universiteta. Seriya 6: Ekonomika [The journal Vestnik Moskovskogo universiteta. Seriya 6. Ekonomika]*, 2, 21–33.

Castaneda, B. (1999). An index of sustainable economic welfare (ISEW) for Chile, *In Ecological Economics*, 28, 231–244.

Clarke, M., Islam, S. (2005). Diminishing and negative welfare returns of economic growth: an index of sustainable economic welfare (ISEW) for Thailand, *In Ecological Economics*, 54, 81–93. DOI:10.1016/j.ecolecon.2004.10.003.

De Haan, M. (2004). *Accounting for goods and bads*. Voorburg, Statistics Netherlands, 216 p.

Glazyrina, I., Chavkin, A. (2021). New estimates of eco-intensity considering the hazardous industrial pollution accumulation, *In E3S Web of Conferences*, 258, 08003. DOI: 10.1051/e3s-conf/202125808003

Glazyrina, I., Glazyrin, V., Vinnichenko, S. (2006). The polluter pays principle and potential conflicts in society, *In Ecological Economics*, 59, 324–330. doi.org/10.1016/j.ecolecon.2005.10.020

Glazyrina, I.P., Glazyrin, V.V., Vinnichenko, S.V. (2004). Problema kachestva ekonomicheskogo rosta i ekologicheskii dolg [The quality of economic growth and environmental debt], *In Ekonomika prirodopol'zovaniia [Ekonomika prirodopol'zovaniia]*, 3, 21–31.

Glazyrina, I.P. (2020). Ternistyi put' k «zelenoi» ekonomike [A thorny path to green economy], *In EKO [ECO]*, 50 (9), 8–23. DOI: 10.30680/eco0131–7652–2020–9–8–23

Glazyrina, I.P., Potravnyi, I.M. et al. (2005). *Ekologicheskie indikatory kachestva rosta regional'noj ekonomiki [Quality of growth indicators for regional economies]*. Moscow, NIA-Priroda, 306 p.

Lindmark, M., Thu, H.N., Stage, J. (2018). Weak support for weak sustainability: Genuine savings and long-term wellbeing in Sweden, 1850–2000, *In Ecological Economics*, 145, 339–345. DOI.org/10.1016/j.ecolecon.2017.11.015.

Malkina, M. Yu. (2017). Sotsial'noe blagopoluchie regionov rossiiskoi federatsii [Social Well-Being of the Russian Federation Regions], *In Ekonomika regiona [Economy of Region]*, 13 (1), 49–62. DOI: 10.17059/2017–1–5.

Mel'nikov, R.M. (2005). Analiz dinamiki mezhregional'nogo ekonomicheskogo neravenstva: zarubezhnye podkhody i rossiiskaia praktika [Analysis of the dynamics of regional economic differentiation: foreign approaches and domestic practice], *In Region: Ekonomika i Sociologiya [Region: Economics and Sociology]*, 4, 3–18.

Mkrtchyan, G.M., Tagaeva, T.O., Boksler, A.I. (2019). Indeks chelovecheskogo razvitiia v regionakh rf s uchedom situatsii v sfere obrashcheniia s otkhodami [The Human Development Index under the Current Waste Management System in the Russian Regions], *In Mir ekonomiki i upravleniia [World of Economics and Management]*, 19 (3), 41–57. DOI 10.25205/2542–0429–2019–19–3–41–57.

Mkrtchyan, G.M., Tagaeva, T.O., Tselodub, Yu.O. (2017). Analiz i prognoz ekologicheskoi nagruzki v rossii [Analysis and forecast of ecological load in Russia], *In Mir ekonomiki i upravleniya [World of Economics and Management]*, 17 (1), 57–69.

Nagvi, A., Zwickl, K. (2017). Fifty shades of green: Revisiting decoupling by economic sector and air pollutants, *In Ecological Economics*, 133, 111–126. DOI: 10.1016/j.ecolecon.2016.09.017

Pyzheva, Yu.I., Lapo, E.V., Syrtsova, E.A., Pyzhev, A.I. (2021). Evaluation of Genuine Savings in the Russia's Far East Regions, *In Regional Research of Russia*, 11 (1), 121–128. DOI: 10.1134/S2079970521010111

Pyzheva, Yu.I., Pyzhev, A.I., Zander, E.V. (2019). Perspektivy resheniia problemy zagriazneniia atmosfernogo vozdukha regionov Rossii [Solving the problem of atmospheric air pollution in russian regions], *In Ekonomicheskii analiz: teoriia i praktika [Economic Analysis: Theory and Practice]*, 18, 3 (486), 496–513. DOI: 10.24891/ea.18.3.496

Ryumina, E.V. (2014). Ekologicheskaya kharakteristika kachestva naseleniya [Ecological characteristic of quality of the population], *In Ekonomika regiona [Economy of Region]*, 3 (39), 82–90. DOI 10.17059/2014–3–7.

Ryumina, E.V. (2016). Ekologicheskie aspekty otsenki kachestva zhizni [Ecological Aspects of the Assessment of Quality of Life], *In Ekonomika regiona [Economy of Region]*, 12 (4), 1113–1122. DOI: 10.17059/2016–4–13.

Ryumina, E.V., Anikina, A.M. (2006). Otsenka ushcherba ot zagriazneniia okruzhayushchei sredy po regionam Rossii [Assessment of environmental pollution damage in the Russian regions], *In Ekonomika prirodnopol'zovaniia [Ekononika prirodnopol'zovaniia]*, 5, 89–96.

Sen, A. (1976). Real national income, *In Review of Economic Studies*, 43 (1), 19–39.

Syrtsova, E.A., Pyzhev, A.I., Zander, E.V. (2016). Istinnye sbrezheniia regionov Sibiri: novye otsenki, starye problemy [Genuine savings for Siberian regions: new estimates, old problems], *In EKO [ECO]*, 6 (504), 109–129.

Zabelina, I.A., Deluga, A.V. (2019). Geoekologicheskie indikatory ustoichivogo razvitiia: prostranstvennyi analiz [Geoecological indicators of sustainable development: spatial analysis], *In Ustoichivoe razvitiie gornyh territorij [Sustainable development of mountain territories]*, 11(1), 15–25. DOI: 10.21177/1998–4502–2019–11–1–15–25

Zabelina, I.A., Parfenova, K.V. (2021). Mekhanizmy uskorenno ego ekonomicheskogo rosta regionov Dal'nego Vostoka [Development of the Far East regions: mechanisms of accelerated economic growth], *In Socium i vlast' [Society and Power]*, 1 (87), 60–75. DOI: 10.22394/1996–0522–2021–1–60–75

DOI: 10.17516/1997–1370–0785
УДК 504.03

Toward the Sustainable Development of Russian Regions: A Comprehensive Review of Empirical Research

Yulia I. Pyzheva^{*a}, Evgeniya V. Zander^a
and Anton I. Pyzhev^{a,b}

^a*Siberian Federal University
Krasnoyarsk, Russian Federation*

^b*Institute of Economics and Industrial Engineering, SB RAS
Novosibirsk, Russian Federation*

Received 29.05.2021, received in revised form 21.06.2021, accepted 12.07.2021

Abstract. The paper provides a comprehensive review of empirical research on the sustainability of development of Russian regions. Methods of bibliometric analysis are used to achieve the set task. Samples of publications for substantive analysis are constructed using the leading academic databases: Scientific electronic library eLIBRARY.ru and its project Russian Science Citation Index (RSCI), Scopus, Web of Science. The results of the study show that despite the increasing public and political attention to the problems of sustainability, ecologization of the economy, improving the well-being of the population, there are few high-quality scientific studies that make a significant contribution to the analysis of sustainability of the Russian regions. Most of the research is of a staged or descriptive nature, and there are very few quantitative studies that are in such high demand on the modern international scientific market. For example, assessments of sustainability levels have covered only a small part of Russian regions over a very short period not exceeding five years on average, and using a very narrow range of tools. This is clearly insufficient for use as alternatives to traditional macroeconomic measures of well-being of territories, which significantly narrows the demand for these results in practice. The shortage of publications on the topic of sustainability of Russian regions can be perceived as a direction for the development of relevant research, opening new directions and even creating new teams.

Keywords: sustainable development, economy, socio-economic development, Russian regions, research review, bibliometric analysis, scientific productivity.

The reported study was funded by RFBR, project number 20–110–50580.

Research area: economics.

© Siberian Federal University. All rights reserved

* Corresponding author E-mail address: ystartseva@sfu-kras.ru

ORCID: 0000-0003-0973-5073 (Pyzheva); 0000-0002-2135-5084 (Zander); 0000-0001-7909-3227 (Pyzhev)

Citation: Pyzheva Yu.I., Zander E. V., Pyzhev A. I. (2021). Toward the sustainable development of russian regions: a comprehensive review of empirical research. J. Sib. Fed. Univ. Humanit. Soc. Sci., 14(7), 1063–1079. DOI: 10.17516/1997–1370–0785.

На пути к устойчивому развитию российских регионов: комплексный обзор эмпирических исследований

Ю.И. Пыжева^а, Е.В. Зандер^а, А.И. Пыжев^{а,б}

^аСибирский федеральный университет
Российская Федерация, Красноярск

^бИнститут экономики и организации
промышленного производства СО РАН
Российская Федерация, Новосибирск

Аннотация. В статье дается комплексный обзор эмпирических исследований устойчивости развития российских регионов. Для достижения поставленной задачи использованы современные методы библиометрического анализа. Выборки публикаций для содержательного анализа построены с использованием ведущих академических баз данных: Научной электронной библиотеки eLIBRARY.ru (НЭБ) и ее проекта Российского индекса научного цитирования (РИНЦ), Scopus, Web of Science. Результаты исследования показывают, что несмотря на усиливающееся общественно-политическое внимание к проблемам устойчивости развития, экологизации экономики, повышения благополучия населения, качественных научных исследований, вносящих существенный вклад в анализ устойчивости развития российских регионов, немного. Большая часть исследований носит постановочный или описательный характер, а количественных исследований, столь востребованных на современном международном научном рынке, очень мало. Например, оценками уровней устойчивости развития покрыта лишь малая часть российских регионов, причем за очень небольшой период, не превышающий в среднем пяти лет и с применением очень узкого круга инструментов. Этого явно недостаточно для использования в качестве альтернатив традиционным макроэкономическим мерам благополучия развития территорий, что существенно сужает востребованность данных результатов практикой. Дефицит публикаций по тематике устойчивости российских регионов можно воспринимать как направление для развития соответствующих исследований, открытия новых направлений и даже создания новых коллективов.

Ключевые слова: устойчивое развитие, экономика, социо-эколого-экономическое развитие, российские регионы, обзор исследований, библиометрический анализ, научная продуктивность.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 20–110–50580.

Научная специальность: 08.00.05 – экономика и управление народным хозяйством.

Введение

В последние десятилетия в обществе формируется новая повестка дня, одно из ключевых мест в которой занимают вопросы влияния экологических, экономических и социальных факторов на развитие стран, регионов и муниципалитетов. По мере роста совокупного богатства населения планеты всё более актуальными будут вопросы, связанные с повышением качества и продолжительности жизни. По данным Всемирного Банка, с 1990 года ВВП стран низкого и среднего дохода¹ увеличился более чем вдвое, а продолжительности жизни – с 63,2 до 68,6 лет (UNDP, 2017). Несмотря на столь существенный прогресс, на глобальном уровне сохраняют остроту проблемы голода, нищеты, ограниченного доступа к элементарным бытовым услугам и пр. Таким образом, сохраняется проблема существенного неравенства доходов и богатства населения, которая обостряет общественный запрос на справедливое распределение глобальных ресурсов. Важно подчеркнуть, что в последнее время к сугубо социальной природе такого запроса всё чаще присоединяются требования, связанные с качеством окружающей среды.

Сформулированная в конце 1980-х годов идея *устойчивости развития* (англ. *sustainable development*), то есть такого развития, которое позволяет удовлетворить потребности нынешнего поколения без существенного ущерба для благополучия будущих поколений, прочно вошла в повседневную жизнь общества в развитых странах мира. Из призывов к решению достаточно абстрактных глобальных проблем устойчивость превратилась для ведущих стран мира в действующий инструмент формирования новых потребительских привычек населения, связанных, прежде всего, с идеями «зеленого мышления», ответственного потребления и пр. (Tambovceva et al., 2018; Ali et al., 2020). Различные метрики устой-

чивости, например объем выбросов углекислого газа от авиационного транспорта, теперь учитывается при расчете тарифов на авиаперевозки. Между тем подобные инициативы хоть и лежат в русле концепции устойчивости, но несколько отходят от ее первоначальной сути: обеспечения сбалансированного роста благосостояния населения при обеспечении гармоничных социальных и экологических характеристик качества жизни.

Отдельно отметим, что здесь и далее рассматривается устойчивость в применении к экономическим проблемам, поскольку довольно часто данный термин встречается, например, в экологической литературе и в целом тематически пересекается с исследованиями «экономической» устойчивости (Malik, 2012). Тем не менее в целях данного исследования используется именно вышеописанный подход, сконцентрированный исключительно на экономической академической литературе с соответствующими данной тематике научными результатами.

В России еще десять лет назад эти идеи были даже не знакомы большей части населения, однако в последние годы запрос общества на изменение экономической политики с учетом экологических и социальных ограничений постепенно становится всё более выраженным. Очевидно, что эта тенденция будет сохраняться по мере роста благосостояния населения и смены поколений: молодые люди, особенно проживающие в крупных городах, предъявляют гораздо больший спрос на качественную окружающую среду и социальные услуги. Всё это подчеркивает актуальность социально-экономических исследований в области устойчивости развития.

Огромное физико-географическое пространство России предопределяет высокую степень неравномерности развития отдельных территорий, поэтому исследования устойчивости особенно актуальны именно на региональном уровне (Kryukov, Kolomak, 2021; Kolomak, 2019; Demyanenko et al., 2012). За три постсоветских десятилетия в российской литературе накопи-

¹ Например, Россия по данной классификации находится в категории стран с доходом выше среднего, то есть страной, для которой валовой национальный доход на душу населения находится в диапазоне 4 046–12 535 долл. США (фактическое значение в 2020 году составляет 11 260 долл. США).

лось довольно много исследований устойчивости развития регионов, в том числе дающих сплошные региональные динамические оценки разрывов между устойчивостью и экономическим ростом (Bobylev et al., 2012; Glazyrina et al., 2005; Ryumina, Anikina, 2009). С учетом того, что сам по себе термин «устойчивость» стал интерпретироваться в рамках научных школ или небольших исследовательских групп самым различным образом, а комплексных работ, которые бы давали себе цель обобщить все эти результаты, практически нет, такая задача представляется перспективной и важной для дальнейшего развития данного научного направления.

Интенсивное внедрение компьютерной техники и рост количества публикаций в последние десятилетия предопределили интенсивное развитие библиометрических исследований в различных областях наук (Quental, Lourenço, 2012; Eker et al., 2019; Hallinger, 2021). Интерес к подобного рода исследованиям наблюдается и в России, однако их количество невелико, а охват по-прежнему недостаточен (Mkrtchyan et al., 2015; Demyanenko et al., 2012; Muravyev, 2011; Pyzhev, 2021). Между тем современный поток публикаций по любой самой узкой теме настолько велик, что необходимы регулярные метааналитические исследования срезов текущих работ, с помощью которых можно было бы не только сориентировать в новой теме тех, кто только начал ей заниматься, но и сформировать представление о действительной степени разработанности проблемы и тех вопросов, над разрешением которых необходимо работать в будущем.

Настоящее исследование предлагает систематизировать корпус российской литературы, посвященной эмпирическим исследованиям устойчивости развития регионов страны. Для достижения поставленной задачи будут использованы современные методы библиометрического анализа. Будут рассмотрены как российские, так и международные исследования, индексированные ведущими базами данных: Научной электронной библиотекой eLIBRARY.

и (НЭБ) и ее проекта Российского индекса научного цитирования (РИНЦ), Scopus, Web of Science.

Базовая гипотеза исследования заключается в том, что несмотря на формально большое количество эмпирических исследований, качественных работ, вносящих существенный научный вклад в анализ устойчивости развития российских регионов, немного. Также остается еще целый ряд инструментов, широко известных в мировой науке, но так и не нашедших применения в России для исследований по данной тематике. Кроме того, очень мало оригинальных разработок, которые могли бы быть «экспортированы», то есть применены в других странах для соответствующих межстрановых и межрегиональных сопоставлений.

Мы убеждены, что решение данной задачи необходимо для того, чтобы оценить полноту и качество эмпирических результатов, полученных в данной области, а также для выделения направлений для проведения новых работ, способных внести существенный вклад в понимание того, как развиваются российские территории. Качественная аналитическая информация по этой теме необходима для разработки и реализации эффективных стратегий социо-эколого-экономического развития страны.

Методы

Изолированность российского научного рынка от мирового предопределяет необходимость использования для комплексного обзора литературы как общепризнанных международных баз данных научных публикаций, так и российских аналогов, поскольку большая доля качественных научных статей пишется и издается только на русском языке (Muravyev, 2011). Данная ситуация меняется в последние годы в связи со стимулированием публикаций в рамках грантовых программ и базовой отчетности академических институтов и университетов, однако говорить о полном уходе от русскоязычных публикаций преждевременно.

Аналитические возможности используемых баз данных научных публикаций (Web of Science, Scopus, РИНЦ) различаются, но в целом позволяют оценивать сопоставимые показатели без существенных ограничений или искажений результатов. В рамках представленного исследования предлагается использовать базовые методы библиометрического анализа, основанные, прежде всего, на встроенных инструментах интернет-порталов соответствующих баз данных. Как показал опыт предыдущих исследований, применение более развитых методов кластеризации и визуализации библиометрических исследований для выборок по российским экономическим исследованиям практически бессмысленно ввиду их малочисленности (Pyzhev, 2021). Расчет некоторых метрик по международным базам данных будет проводиться с помощью пакета *bibliometrix* (Aria, Cuccurullo, 2017) в программной среде обработки статистических данных R (R Core Team, 2020).

Результаты анализа основаны на выборках публикаций, подготовленных по соответствующим запросам и с выделением подходящих фильтров (табл. 1). Отдельно отметим, что попытка замены термина «регион» на термин «субъект» (в значении: «субъект Российской Федерации») в поисковом запросе не привела к получению

дополнительных полезных для настоящей работы результатов, поскольку выборки с этим термином во всех случаях (250 результатов) указывают на «хозяйствующие субъекты» или «субъекты малого предпринимательства». Аналогично термин «территория» вместо «региона» приводит к обширной выборке публикаций по устойчивости сельскохозяйственных территорий.

В выборки по русскоязычным источникам включались только статьи и книги (монографии), поскольку именно такие виды публикаций содержат первичные результаты исследований. Материалы докладов и диссертаций здесь представляются вторичным источником, хотя, разумеется, в некоторых исключительных случаях определенные результаты содержатся только в них, но не раскрываются в статьях соответствующих авторов. Тем не менее исключение данных видов публикаций из рассмотрения представляется разумным компромиссом между трудоемкостью обработки первичных данных и пользой для дальнейшего анализа. В то же время было решено не накладывать аналогичное ограничение на выборки из международных баз ввиду 1) малого количества публикаций, 2) того факта, что в таких базах не индексируются короткие тезисы (объемом до 4000 знаков), которые распространены

Таблица 1. Описания поисковых запросов и фильтров, использованных для формирования выборок публикаций по тематике устойчивости развития регионов России

Table 1. Descriptions of search queries and filters used to generate a sample of publications on the topic of sustainability of Russia's regions

База данных	Запрос	Фильтры
РИНЦ	<i>устойчивое развитие региона, устойчивость развития региона</i>	Статьи в журналах, книги (монографии). Поиск с учетом морфологии, по названию публикации и ключевым словам. Публикации до 2020 года включительно
Scopus	<i>(«sustainable development» OR «sustainability») region* Russia*</i> по полям <i>TITLE-ABS-KEY</i>	Тематики: Economics, Econometrics and Finance; Social Sciences; Multidisciplinary. Публикации до 2020 года включительно
Web of Science	<i>(«sustainable development» OR «sustainability») region* Russia*</i>	Тематики: Economics; Area Studies; Multidisciplinary. Публикации до 2020 года включительно

в РИНЦ, и учебно-методическая литература, по определению не содержащая новых научных результатов.

Отсутствие эффективных входных барьеров для недобросовестных изданий в РИНЦ объясняет низкое среднее качество публикаций, которые индексируются в этой базе данных (Pyzhev, 2021). Осознавая данную проблему, владельцы НЭБ предпринимают работу по разделению всего пула публикаций на подвыборки и исключению из индексации изданий с выявленными нарушениями публикационной этики (Grigor'eva, Glukhov, 2017). С учетом отмеченного факта было решено в дополнение к анализу по всей совокупности публикаций РИНЦ отдельно рассматривать подвыборки из данной базы: проекта RSCI – Russian Science Citation Index на платформе Web of Science и «ядра РИНЦ» (подборки публикаций РИНЦ, включающей только журналы, индексируемые в Web of Science Core Collection, Scopus и RSCI).

После проведения формализованных запросов из соответствующих баз данных полученные выборки подвергались экспертному анализу, после чего из них исключались документы, не имеющие отношения к анализируемой тематике. Проведенный таким образом сплошной анализ публикаций позволяет исключить ошибки включения в выборку нерелевантных документов и вряд ли может быть заменен каким-либо альтернативным автоматизированным методом. Как отмечалось выше, в российском научном дискурсе сложилось сразу несколько взглядов на понятие «устойчивости развития», что привело к высокому разнообразию тематик работ, которые содержат данный термин в своих метаданных (заголовке, ключевых словах, аннотации). Помимо классического понимания устойчивости как состояния равновесия триады экономического развития, состоящей из экономической, экологической и социальной компонент (Hecht, 1999), в русскоязычной литературе данный термин часто применяют к описанию чисто отраслевых работ в смысле «обеспечения устойчивости развития предприятия или отрасли».

Разумеется, такой взгляд не имеет ничего общего с концепцией устойчивого развития и является примером омонимичного восприятия терминологии при переводе с другого языка. Такие публикации необходимо отделять от тех, которые относятся непосредственно к теме исследования.

В целях экономии места в статье будут приводиться только самые важные количественные характеристики и соответствующие таблицы с данными без ущерба для содержательных выводов исследования. Тот же тезис относится к многочисленным ссылкам, существенную часть которых не представляется возможным привести в статье.

Поскольку цель настоящей работы заключается в обзоре общих тенденций развития предметного поля оценки устойчивости развития российских регионов, а не только в статистической характеристике выборок публикаций, в работе далее проводятся соответствующие аналитические обобщения, основанные на работе с источниками, отобранными в ходе библиометрического анализа.

Результаты

Выполненную работу можно условно разделить на два крупных этапа: 1) формирование совокупностей библиографических записей, подходящих под требования исследования публикаций, и проведение базовых процедур библиометрического описания и 2) последующий содержательный анализ самих публикаций. Выгрузка данных из соответствующих баз проводилась по состоянию на март 2021 года. Для обеспечения сопоставимости результатов библиометрического анализа учитывались только полные годы, начиная с 1995 года.² После выполнения сформулированных выше запросов с учетом выбранных фильтров (табл. 1) совокупности библиографических описаний публикаций были подвержены экспертному анализу на предмет исключения нерелевантных по тематике работ. Затем были вычислены общие

² Для целей аналитических обобщений далее были использованы все доступные публикации по тематике.

Таблица 2. Описательная статистика библиометрических показателей выборки публикаций по устойчивости развития российских регионов в ведущих академических базах данных

Table 2. Descriptive bibliometric statistics of a sample of publications on sustainability in Russian regions in selected academic databases

Показатель	РИНЦ / ядро РИНЦ / RSCI	Scopus	Web of Science
Общее число публикаций, шт.	3 598 / 233 / 121	89	77
Число авторов, чел.	5 884 / 479 / 296	239	179
Среднее число публикаций в расчете на одного автора	0,61 / 0,47 / 0,41	0,37	0,43
Суммарное число цитирований публикаций	16 666 / 1 451 / 805	510	267
Среднее число цитирований на одну публикацию	4,63 / 6,39 / 6,65	6,65	3,61
Доля публикаций, процитированных хотя бы раз, % от общего числа	54,8 / 66,5 / 66,1	74,2	52,0
Доля самоцитирований, % от общего числа статей	30,1 / 5,1 / 2,5*	—	7,8
Индекс Хирша	44 / 17 / 14	11	8

* Рассчитаны внутри выборки публикаций, то есть без учета ссылок авторов на прочие собственные публикации.

библиометрические характеристики полученных выборок (табл. 2). Выбор показателей обуславливался целями исследования, требованиями максимально возможной сопоставимости метрик и техническими возможностями соответствующих баз данных. Некоторые показатели по БД Scopus и Web of Science (например, различные метрики цитируемости) вычислены с помощью пакета *bibliometrix* на основе выборок, выгруженных напрямую из баз.

РИНЦ. Как и ожидалось, количественные и качественные характеристики выборки из базы данных РИНЦ существенно отличаются от остальных рассмотренных совокупностей публикаций. Прежде всего, таких публикаций на порядок больше, но существенная их часть представляет собой обзоры, общепостановочные рассуждения о необходимости реализации политики устойчивости в отношении регионов и т. п. Во многом это связано с тем, что несмотря на исключение из рассмотрения тезисов, материалов докладов конференций и диссертаций существенная часть публикаций по РИНЦ представлена студенческими и аспирантскими работами, которые

в современном пуле российских научных публикаций крайне редко являются результатами действительно оригинальных и самостоятельных исследований. Кроме того, часть публикаций, которые классифицируются как «статьи», на деле представляют собой тезисы докладов очень небольшого объема и неизвестного качества, поскольку сама по себе редакционная политика многих коммерческих изданий, публикующих подобные работы, достаточно прозрачно указывает на отсутствие какого бы то ни было отбора и рецензирования рукописей. Официально такие издатели заявляют свои издания как «рецензируемые», поскольку этого требуют не только базы данных, но и, например, Высшая аттестационная комиссия Российской Федерации при включении в свой Перечень изданий, в которых должны быть опубликованы результаты диссертационных исследований. В результате условно «качественные» статьи, прошедшие соответствующий процесс академического рецензирования, классификационно смешиваются в общем потоке с материалами, научная ценность которых не подтверждается ничем.

Описанные факты вынуждают владельцев РИНЦ предпринимать попытки по исключению недобросовестных изданий из индексирования (Grigor'eva, Glukhov, 2017)³, однако поток таких публикаций как минимум не иссякает. Таким образом, к настоящему времени в России так и не сложилась практика надежного разделения публикаций по уровням качества даже на уровне отделения фактически тезисов (Conference Paper) от полноформатных статей с оригинальными результатами (Original Paper), как это делается в международных базах данных.

Куда больший интерес представляют собой публикации, входящие в суженные подборки: ядро РИНЦ и RSCI. Данные проекты появились в результате попыток осуществления кластеризации публикаций по научному уровню. Совместно с Web of Science в рамках деятельности НЭБ была создана т. н. «русская полка WoS», или Russian Science Citation Index (RSCI), куда вошли журналы, отобранные в результате экспертного опроса. В свою очередь, ядро РИНЦ технически добавляет публикации российских авторов в Web of Science и Scopus к публикациям в изданиях RSCI. Поскольку данные выборки пересекаются, их количественные характеристики схожи с точностью до включения в рассмотрение данных из БД Scopus и Web of Science. Ожидаемым результатом анализа таких публикаций является тот факт, что среди данных двух подвыборок существенно больше публикаций, содержащих действительно оригинальные результаты исследований. Впоследствии будут более детально проанализированы именно эти работы.

Scopus и Web of Science. Количество публикаций в данных базах невелико: в обоих случаях оно не превышает и 90 единиц за период 25 лет. Специфика включения издания в базы данных подразумевает определенное пересечение публикаций, поэтому

общее количество публикаций едва превышает 100 единиц. Схожесть количественных характеристик выборок, полученных по БД Scopus и Web of Science, косвенно подтверждает релевантность выбранного подхода. Общие показатели цитируемости более чем скромны и свидетельствуют о достаточно низкой востребованности данных работ. Обращают на себя внимание низкие показатели самоцитируемости, что может указывать на высокую долю единичных исследований, не связанных в единый цикл работ автора или научного коллектива.

Распределение журнальных публикаций по изданиям устроено достаточно тривиально. В Web of Science лидируют издаваемая Институтом экономики Уральского отделения РАН «Экономика региона» (N = 23) и «Экономические и социальные изменения: факты, тенденции, прогноз»⁴ Вологодского научного центра РАН (N = 10). В Scopus лидер снова «Экономика региона», но на втором месте – «European Research Studies Journal» (N = 8), издаваемый греческим Университетом Пирея и исключенный из БД Scopus по неизвестным причинам в 2018 году. Прочие издания опубликовали не более 5 работ по тематике каждое. Такое распределение неудивительно: в России традиционно мало научных журналов, которые могут входить в международные базы данных, что на фоне ограниченного опыта российских исследователей в коммуникации с международным научным сообществом создает барьеры для роста количества публикаций. В качестве примера хорошей практики здесь можно привести опыт Китая, который не жалеет средств и усилий на создание большого пула собственных научных журналов, помимо наращивания объема и качества публикаций в ведущих международных изданиях (Wang et al., 2018).

Пул анализируемых исследований практически полностью замкнут на русскоязычной аудитории как по авторству, так и по потенциальному кругу читателей.

³ В целях соблюдения этических принципов здесь намеренно не цитируются работы, которые являются примерами недобросовестных подходов как отдельных издателей, так и авторов, пользующихся такими возможностями.

⁴ Данный журнал индексируется Web of Science в рамках бесквартальной коллекции Emerging Sources Citation Index, но не в Scopus.

Так, например, среди организаций, указанных в аффилиациях публикаций БД Scopus, только 4 из 53 находятся за пределами России: Университет Джорджа Вашингтона (США), Университет Мэйдзи (Япония), Университет Клагенфурта (Австрия), Технический университет Крита (Греция). Однако авторские коллективы каждой из таких статей содержат как минимум одного исследователя с именами и фамилиями очевидно российского происхождения (Shadrina, 2015; Dubina et al., 2017; Carayannis et al., 2017). При этом только один журнал, в котором опубликованы документы из выборки, входил в первый дециль по показателю CiteScore⁵. Таким образом, можно констатировать, что исследования по тематике устойчивости российских регионов носят исключительно локализованный характер и не побуждают международное сотрудничество или отдельный интерес со стороны иностранных коллективов. В целом данный вывод согласуется с результатами предыдущих исследований по другим областям экономической науки (Muravyev, 2011; Pyzhev, 2021). Интерпретацию данного эффекта можно вести с двух точек зрения. С одной стороны, это свидетельство низкого уровня развития предметного поля в силу отсутствия интереса к серьезным экономическим исследованиям по России как на внутреннем, так и международном рынке. С другой стороны, это означает большой потенциал развития подобного рода работ с достаточно низкими «порогами входа». Второй тезис можно подтвердить на основе содержательного анализа наиболее перспективного с этой точки зрения сегмента, связанного с количественными оценками устойчивости развития, которые являются наиболее важной подтемой проблематики устойчивости в мировой литературе (Hák et al., 2018).

При первичном анализе публикаций по вопросам устойчивого развития российских регионов возникает мнение, что существенная их часть посвящена оцен-

ке индикаторов или систем индикаторов устойчивости. Однако систематизация исследований с целью выделить конкретные территории, используемые инструменты и период наблюдения приводит к выводу о том, что на самом деле работы с конкретными результатами такого рода не столь многочисленны (табл. 3).

Основная часть исследований сфокусирована на отдельных регионах или субъектах, составляющих макрорегион, как правило, федеральный округ, что обусловлено особенностями организации и функционирования отечественной системы статистических наблюдений. Большая часть российских регионов не покрывается результатами исследований устойчивости развития. Исследования на уровне муниципалитетов практически не проводятся, а на уровне локальных территорий (например, малых городских или сельских поселений) – не проводятся вовсе.

Характерной особенностью большинства анализируемых исследований является достаточно скромный по длительности период наблюдений: в среднем по исследованиям, систематизированным в таблице 3, период наблюдений составляет только 5 лет, причем есть исследования, оценивающие только статическую устойчивость (в течение одного года). Максимальный же период наблюдений в отдельных исследованиях не превышает 15 лет. Ограничения доступности статистики делают невозможными или затруднительными исследования устойчивости для периодов до 2000 года, поскольку во времена СССР и первые годы после его распада многие показатели, необходимые для соответствующих расчетов устойчивости, не наблюдались или слишком сильно колебались.

Разнообразие применяемого инструментария для оценки устойчивости также невелико. В целом все подходы к разработке подобного рода методов можно разделить на две категории: адаптация известных в международной практике индексов и систем индикаторов для применения на национальном или региональном уровне, а также создание собственных подходов.

⁵ Рассчитывается как отношение количества цитирований к общему количеству документов за определенный период.

Таблица 3. Систематизация ключевых результатов исследования по оценке устойчивости развития российских регионов

Table 3. Systematization of key findings of the Russian regions' sustainability assessment study

Авторы	Объект исследования	Уровень детализации	Индикатор устойчивости	Период
1	2	3	4	5
Bobylev et al., 2014, 2018	Москва, Санкт-Петербург, Тюменская обл.	Города РФ	Индекс устойчивости городов, Система индикаторов устойчивости для городов	2013
Yakovenko et al., 2021	Воронежская область	Муниципалитеты	Собственный индекс	2014–2018
Kovalenko et al., 2016	Республика Мордовия	Муниципалитеты	Собственный индекс	2010–2015
Maksimov et al., 2011	Нижегородская область	Субъект РФ	Система сбалансированных показателей	2000–2009
Pyzheva et al., 2021	Регионы Дальнего Востока	Субъекты РФ	Истинные сбережения	2004–2018
Gafurov et al., 2015	Приволжский ФО	Субъекты РФ	Анализ эффективности деятельности органов исполнительной власти на основе частных и интегральных показателей	2011–2014
Adam, Laptev, 2015	Томская область	Субъекты РФ	Индекс устойчивости	2009–2012
Uskova, 2009	Вологодская область	Субъекты РФ	Авторский интегральный индекс устойчивости, частные индексы экономической, социальной и экологической устойчивости	2000 и 2006
Bobylev et al., 2013	Уральский ФО	Субъекты РФ	Индекс скорректированных чистых накоплений	2012
Korobitsyn, 2018	Уральский ФО	Субъекты РФ	Коэффициенты декарпинга, зеленый ВРП, Истинные сбережения	2010–2014
Korobitsyn, 2016	Уральский ФО	Субъекты РФ	Зеленый ВРП, Истинные сбережения	2010–2014
Korobitsyn, 2015	Уральский ФО	Субъекты РФ	Зеленый ВРП, Истинные сбережения	2010–2014
Bobylev et al., 2012	РФ в целом	Субъекты РФ	Индекс скорректированных чистых накоплений	Не указан
Ryumina, Anikina, 2009	РФ в целом	Субъекты РФ	Экологически скорректированные ВРП	2003
Ryumina, 2020	РФ в целом	Субъекты РФ	Индекс человеческого развития (ИЧР), экологический ИЧР	2016
Ryumina, 2018	РФ в целом	Субъекты РФ	Экологический индекс	2015
Alekseichuk, 2008	Самарская область	Субъекты РФ	Чистые сбережения	2000–2007

Продолжение таблицы 3
Continuation of table 3

1	2	3	4	5
Mekush, 2006	Кемеровская область	Субъекты РФ	Истинные сбережения	2001–2005
Zabelina, 2020; Zabelina, Delyuga, 2019; Zabelina, Kolotovkina, 2019	Сибирский и Дальневосточный ФО	Субъекты РФ	Уровень благополучия, сводный экологический индекс	2017
Zander et al., 2010	Красноярский край	Субъекты РФ	Экологически скорректированный ВРП	2004–2006
Syrtsova et al., 2018	Сибирский ФО	Субъекты РФ	Истинные сбережения, истинный индикатор прогресса	2004–2013
Syrtsova et al., 2016	Сибирский ФО	Субъекты РФ	Истинные сбережения	2013
Belik, Priakh- in, 2013	Свердловская область	Субъекты РФ	Индекс скорректированных чистых накоплений, экологически скорректированный ВРП	2007–2012
Galeeva et al., 2013	Республика Татарстан	Субъекты РФ	Истинные сбережения	2007–2011
Khamatkha- nov, 2008	Республика Ингушетия	Субъекты РФ	Истинные сбережения	2000–2004
Barabash, 2013	Рязанская область	Субъекты РФ	Коэффициент загрязнения	2000–2010
Tkachev et al., 2018	ХМАО-Югра	Субъекты РФ	Экологический след	2010–2014

Преимущества и недостатки достаточно очевидны. В первом случае необходимо провести большую и не всегда в полной мере выполнимую работу по сопоставлению предложенных в других социально-экономических реалиях показателей с действующей в стране системой статистического учета, но с перспективой на выходе получить оценки, которые можно будет использовать не только для анализа динамики устойчивости изучаемых объектов, но и для межстранового сопоставления. Второй подход лишен такого преимущества в обмен на высокую степень свободы при формировании способа расчета индикатора устойчивости. В то же время методические преимущества таких расчетов не очевидны, поскольку ни один из них не способен дать качественно новое представление о траектории устойчивости развития того или иного региона.

Первый подход реализован во многих вышеперечисленных работах. Например, широко используемые в международной литературе индексы «истинных сбережений», приведшие к созданию интегральных социо-эколого-экономических индексов «скорректированных чистых накоплений» (Adjusted Net Savings), рассчитаны для регионов России коллективом С.Н. Бобылева на основе только официальной государственной статистической информации (Bobilev et al., 2012). Альтернативный подход к расчету «истинных сбережений» с учетом открытых данных об истощении природных ресурсов, предоставляемых компаниями-недропользователями, развит и успешно применен для регионов Сибири и Дальнего Востока на самом длинном доступном временном горизонте в работах (Pyzheva et al., 2021; Syrtsova et al., 2016). Экологически скорректированные оценки

валовых региональных продуктов выполнены в циклах работ Е. В. Рюминой с соавт. (Ryumina, Anikina, 2009; Ryumina, 2018, 2020). В целом результаты указанных исследований совпадают в главном выводе: относительно богатые российские регионы демонстрируют существенные разрывы между уровнем своего экономического и социо-экологического благополучия. Рентные сверхдоходы, получаемые за счет торговли и использования на внутреннем рынке природных ресурсов, в самой малой доле инвестируются в создание комфортных условий для благополучия населения соответствующих территорий, включая экологическую составляющую. Сохранение такой диспропорции на горизонте многих лет приводит к накоплению нерешенных проблем, социальной и экологической деградации территорий. Применение оценок устойчивости позволяет дать количественное измерение таких диспропорций, их соотношений между разными территориями, на горизонте разных периодов времени.

Перечисленные работы ценны тем, что проводились для всей совокупности регионов страны, однако содержат пробелы в периодах соответствующих расчетов (часто не охватывают даже последнее десятилетие), что существенно ограничивает возможность использования данных результатов в целях формирования актуальной региональной политики. В то же время некоторые известные международные индексы, например Индекс «живой планеты» (Living Planet Index), Индикатор истинного прогресса (Genuine Progress Indicator, GPI), пока не нашли применения в России. В этом смысле особый интерес представляет последний индекс, который предназначен для измерения социо-эколого-экономического благополучия населения и был успешно применен во многих странах и регионах как альтернатива Валовому внутреннему продукту (Costanza et al., 2014). Методические расчет GPI представляется куда более сложной задачей, чем, например, оценка «истинных сбережений». Особенные трудности могут возникнуть при работе именно в региональном разрезе.

Результаты применения второго подхода, связанного с разработкой оригинальных российских индикаторов устойчивости, не представляют самостоятельного интереса, поскольку информации, имеющейся в соответствующих публикациях, недостаточно для того, чтобы сделать выводы о преимуществах соответствующих новых методик над теми, что являются адаптацией международных разработок. Как правило, суть работ, применяющих такой подход, сводится к сведению в один индекс наблюдающихся для региона статистических показателей, что далеко не всегда корректно с точки зрения следования концепции устойчивого развития.

Отдельно следует отметить, что большинство процитированных работ относятся к 2000-м, но не к 2010-м годам, что противоречит общей для российского и мирового академического сектора тенденции наращивания динамики публикаций, наблюдаемой в других научных областях. Причем нет не только обновленных оценок, но и попыток соответствующего обобщения результатов ранее выполненных работ. Также важно, что большинство упомянутых выше исследователей и коллективов, работы которых не получили логичного развития, продолжают заниматься активной научной деятельностью, но по другим тематикам.

Таким образом, можно констатировать, что наблюдается существенный дефицит исследований в области оценки устойчивости развития российских регионов, ликвидация которого представляется интересной перспективной задачей.

Заключение

Изложенные в статье результаты представляют, по всей видимости, первый комплексный обзор эмпирической литературы по анализу устойчивости развития российских регионов. Общие выводы проведенного исследования согласуются с результатами обзорно-библиометрических работ по другим секторам экономических наук в России, однако содержат и некоторые частные особенности.

В целом российский рынок научной литературы в области экономики испытывает существенное влияние своей исторической изоляции от международного. Все авторы, занимавшиеся данной темой, едины во мнении, что за прошедшие с момента «открытия границ» три десятилетия так и не удалось преодолеть характерные проблемы, препятствующие опережающему развитию качественных научных академических исследований по экономике в России. Причины данного явления, разумеется, не специфичны именно для экономики, но выходят далеко за рамки нашей работы и связаны, прежде всего с тем, что реформы науки в стране и определенный прирост объемов ее совокупного финансирования не смогли переломить сложившиеся негативные практики и создать для отечественных ученых стимулы к занятию результативной и международно-конкурентоспособной научной деятельностью. По-прежнему наблюдается сформировавшийся в 1990-е годы. острый дефицит молодых перспективных научных кадров, способных быстро адаптироваться к новым условиям: от необходимости свободного профессионального общения, чтения литературы и написания собственных материалов на английском языке до следования за тенденциями развития мирового исследовательского ландшафта. Кроме того, в России недостаточно качественных научных изданий, которые индексируются в ведущих международных базах данных, что также является важным сдерживающим фактором роста количества качественных научных публикаций.

В полной мере эта проблема проявляется для узкой тематики данного исследования. Несмотря на усиливающееся общественно-политическое внимание к проблемам устойчивости развития, экологизации экономики, повышения благополучия населения, интерес к данным вопросам в российском академическом секторе растет не настолько очевидными темпами,

а по некоторым показателям – стагнирует. Результаты исследования наглядно демонстрируют, что проблемы устойчивости развития регионов достаточно периферийны и не являются мейнстримом российской экономической науки. Большая часть исследований носит постановочный или описательный характер, а количественных исследований, столь востребованных на современном международном научном рынке, очень мало. Например, оценками уровней устойчивости развития покрыта лишь малая часть российских регионов, причем за очень небольшой период, не превышающий в среднем пяти лет и с применением очень узкого круга инструментов. Этого явно недостаточно для использования в качестве альтернатив традиционным макроэкономическим мерам благополучия развития территорий, что существенно сужает востребованность данных результатов практикой.

Любопытно, что исследованиями по данной тематике не занимаются даже зарубежные исследователи, интерес которых сосредоточен на приграничных странах, как это часто бывает в других областях экономической науки. Наши бывшие соотечественники, работающие теперь в зарубежных вузах и научных институтах, не спешат заниматься данной тематикой по России, а зарубежные исследователи и вовсе не проявляют к ней интереса, фокусируясь на проблемах своих стран или глобальной повестки. Такая ситуация закономерна: как правило, исследованиями территориально-специфических вопросов занимаются представители местных научных коллективов, но с привлечением в том числе коллег из других стран. Следовательно, в рамках такой логики дефицит публикаций по тематике устойчивости российских регионов можно воспринимать как направление для развития соответствующих исследований, открытия новых направлений и даже создания новых коллективов.

Список литературы / References

- Adam, A.M., Laptev, N.I. (2015). Otsenka ustoichivosti razvitiia Tomskoi oblasti po indeksu ustoichivosti [Assessment of the sustainability of Tomsk region's development according to the sustainability index]. In *Teoreticheskie i prikladnye aspekty sovremennoi nauki [Theoretical and applied aspects of modern science]*, 7–2, 122–124.
- Alekseichuk, M.S. (2008). Chistye sberezeniia kak indikator otsenki ustoichivosti regionalnogo razvitiia [Net Savings as an Indicator for Assessing the Sustainability of Regional Development]. In *Region: ekonomika i sotsiologiia [Region: Economics and Sociology]*, 3, 67–77.
- Ali, F., Ashfaq, M., Begum, S., Ali, A. (2020). How «Green» thinking and altruism translate into purchasing intentions for electronics products: The intrinsic-extrinsic motivation mechanism. In *Sustainable Production and Consumption*, 24, 281–291, DOI: 10.1016/j.spc.2020.07.013.
- Aria, M., Cuccurullo, C. (2017). Bibliometrix: An R-tool for comprehensive science mapping analysis. In *Journal of Informetrics*, 11(4), 959–975. DOI: 10.1016/j.joi.2017.08.007
- Barabash, D.A. (2013). Kompleksnaia otsenka ekonomicheskoi effektivnosti i opredelenie ustoichivosti razvitiia regionalnoi ekonomiki [Comprehensive assessment of economic efficiency and determination of the sustainability of regional economic development]. In *Vestnik Finansovogo universiteta [Bulletin of the Financial University]*, 5 (77), 149–154.
- Belik, I.S., Priakhin, D.A. (2013). Sotsialno-ekologicheskaiia sostavliaiushchaia ustoichivogo razvitiia regiona [Socio-environmental component of the region's sustainable development]. In *Ekonomika regiona [Economy of Region]*, 3, 142–152. DOI: 10.17059/2013–3–12.
- Bobylev, S.N., Kudriavtseva, O.V., Soloveva, S.V. (2014). Indikatory ustoichivogo razvitiia dlia gorodov [Sustainable Development Indicators for Cities]. In *Ekonomika regiona [Economy of Region]*, 3, 101–110. DOI: 10.17059/2014–3–9.
- Bobylev, S.N., Kudriavtseva, O.V., Solovyeva, S.V., Sitkina, K.S. (2018). Indikatory ekologicheskii ustoichivogo razvitiia: regional'noe izmerenie [Sustainable development indicators: regional dimension]. In *Vestnik Moskovskogo universiteta. Seriya 6: Ekonomika [Herald of the Moscow State University. Series 6. Economics]*, 2, 21–33.
- Bobylev, S.N., Minakov, V.S., Solovyeva, S.V., Tretyakov, V.V. (2012). Ekologo-ekonomicheskii indeks dlia regionov Rossii [Ecological and economic index of Russian regions. Calculation methodology and indicators]. Moscow, WWF Russia, RIA Novosti.
- Bobylev, S.N., Soloveva, S.V., Sitkina, K.S. (2013). Indikatory ustoichivogo razvitiia Uralskogo regiona [Indicators of sustainable development of the Urals region]. In *Ekonomika regiona [Economy of Region]*, 2, 10–17. DOI: 10.17059/2013–2–1.
- Carayannis, E.G., Cherepovitsyn, A.E., Ilinova, A.A. (2017). Sustainable Development of the Russian Arctic zone energy shelf: the Role of the Quintuple Innovation Helix Model In *Journal of the Knowledge Economy*, 8 (2), 456–470. DOI: 10.1007/s13132–017–0478–9.
- Costanza, R., Kubiszewski, I., Giovannini, E., Lovins, H., McGlade, J., Pickett, K. E., Ragnarsdóttir, K. V., Roberts, D., De Vogli, R., Wilkinson, R. (2014). Time to leave GDP behind. In *Nature*, 505(7483), 283–285. DOI: 10.1038/505283a.
- Demyanenko, A.N., Demyanenko, N.A., Ukrainskiy, V.N. (2012). Rossiiskaia prostranstvennaia ekonomika: bibliometricheskii analiz [Russian spatial economy: bibliometric analysis]. In *Prostranstvennaia ekonomika [Spatial economy]*, 3, 111–134.
- Dubina, I.N., Campbell, D.F.J., Carayannis, E.G., Chub, A.A., Grigoroudis, E., Kozhevina, O.V. (2017). The Balanced Development of the Spatial Innovation and Entrepreneurial Ecosystem Based on Principles of the Systems Compromise: A Conceptual Framework. In *Journal of the Knowledge Economy*, 8(2), 438–455.
- Eker, S. et al. (2019). Model validation: A bibliometric analysis of the literature. In *Environmental Modelling & Software*, 117, 43–54. DOI: 10.1016/j.envsoft.2019.03.009.
- Gafurov, I.R., Safiullin, M.R., Elshin, L.A., Prygunova, M.I., Egorov, D.O. (2015). Effektivnost sotsialno-ekonomicheskogo razvitiia regionov Privolzhskogo federalnogo okruga: ustoichivost i tendentsii

razvitiia [Efficiency of Socio-Economic Development of the Regions of the Volga Federal District: Sustainability and Development Trends]. Kazan, 112 p.

Galeeva, A.R., Gazizova, O.V. (2013). Istinnnye sbrezheniia kak indikator ustoichivogo razvitiia regiona [Genuine savings as an indicator of sustainable development of the region]. In *Vestnik Kazanskogo tekhnologicheskogo universiteta* [Bulletin of Kazan Technological University], 16(23), 258–261.

Glazyrina, I.P. et al. (2005). *Ekologicheskie indykatory kachestva rosta regional'noj ekonomiki* [Quality of growth indicators for regional economies]. Moscow, NIA-Priroda, 192 p.

Grigor'eva E.I., Glukhov V. A. (2017). RINZ menyaetsya [The RSCI is changing]. In *Vlast'* (The authority), 25(5), 221–223.

Hák, T., Janoušková, S., Moldan, B., Dahl, A.L. (2018). Closing the sustainability gap: 30 years after «Our Common Future», society lacks meaningful stories and relevant indicators to make the right decisions and build public support. In *Ecological Indicators*, 87, 193–195. DOI: 10.1016/j.ecolind.2017.12.017.

Hallinger, P.A. (2021). Meta-Synthesis of Bibliometric Reviews of Research on Managing for Sustainability, 1982–2019. In *Sustainability*, 13, 3469. DOI: 10.3390/su13063469

Hecht, A.D. (1999). The Triad of Sustainable Development: Promoting Sustainable Development in Developing Countries. In *Journal of Environment & Development*, 8(2), 111–132. DOI: 10.1177/107049659900800202.

Khamatkhonov, T.M. (2008). Otsenka ekologo-ekonomicheskoi ustoichivosti Respubliki Ingushetiia na osnove primeneniia pokazatelya istinnykh sbrezhenii [Assessment of the environmental and economic sustainability of the Republic of Ingushetia based on the application of the indicator of true savings]. In *Vestnik Cheliabinskogo gosudarstvennogo universiteta* [Bulletin of Chelyabinsk State University], 29, 69–77.

Kolomak, E.A. (2019). Prostranstvennoe razvitie Rossii v XXI v [Spatial Development of Russia in the XXI]. In *Prostranstvennaia ekonomika* [Spatial Economics], 15(4), 85–106. DOI: 10.14530/se.2019.4.085–106.

Korobitsyn, B.A. (2015). Metodicheskii podkhod k uchetu istoshcheniia prirodnnykh resursov, izmeneniia sostoianiia okruzhaiushchei sredy i chelovecheskogo kapitala v valovom regionalnom produkte [Methodological approach to accounting for the depletion of natural resources, environmental change, and human capital in the gross regional product]. In *Ekonomika regiona* [Economy of Region], 3, 77–88. DOI: 10.17059/2015–3–7.

Korobitsyn, B.A. (2016). Korrektirovka makroekonomicheskikh pokazatelei Rossiiskoi federatsii s uchetom istoshcheniia prirodnnykh resursov, negativnogo vozdeistviia na okruzhaiushchuiu sredu i izmeneniia chelovecheskogo kapitala [Adjustment of macroeconomic indicators of the Russian Federation taking into account the depletion of natural resources, the negative impact on the environment and changes in human capital]. In *Ekonomika prirodopolzovaniia* [Economics of natural resource use], 5, 63–76.

Korobitsyn, B.A. (2018). «Zelenaia» ekonomika, indykatory «zelenogo» rosta i ikh dinamika v Uralskom federalnom okruge [«Green» economy, «green» growth indicators and their dynamics in the Ural Federal District]. In *Biosfernaia sovmestimost: chelovek, region, tekhnologii* [Biosphere compatibility: man, region, technology], 1(21), 107–114.

Kovalenko, E.G. et al. (2016). Problems and Mechanisms of Sustainable Development of Rural Areas (at the example of the Republic of Mordovia). In *European Research Studies Journal*, XIX(3A), 110–122.

Kryukov, V.A., Kolomak, E.A. (2021). Prostranstvennoe razvitie Rossii: osnovnye problemy i podkhody k ikh preodoleniiu [Spatial development of Russia: main problems and approaches to overcoming them]. In *Nauchnye trudy volnogo ekonomicheskogo obshchestva Rossii* [Scientific Proceedings of the Free Economic Society of Russia], 227(1), 92–114. DOI: 10.38197/2072–2060–2021–227–1–92–114.

Maksimov Yu., Mityakov S., Mityakov Ye. (2011). The system of indicators of sustainable development in the region. In *Economy of region*, 1(2), 226–231. DOI: 10.17059/2011–2–28.

Malik, A.S. (2012). Sustainable Development: Ecology and Economic Growth. Handbook of Climate Change Mitigation, 197–233. DOI: 10.1007/978–1–4419–7991–9_7.

Mekush, G.E. (2006). Podkhody k razrabotke indykatorov ustoichivogo razvitiia na regionalnom urovne (na primere Kemerovskoi oblasti) [Approaches to the development of indicators of sustainable de-

velopment at the regional level (on the example of the Kemerovo region)]. In *Geografiya i prirodnye resursy* [Geography and natural resources], 1, 18–24.

Mkrtchyan, G.M., Lychagin, M.V., Lychagin, A.M. (2015). Novoe v issledovanii ekonomiki okruzhaiushchei sredy v 2006–2013 godakh: bibliometricheskii analiz na osnove Ecolit [New in Environmental Economics Study 2006–2013: bibliometric analysis based on Econlit]. In *Mir ekonomiki i upravleniia* [World of Economics and Management], 15(1), 131–143.

Muravyev, A.A. (2011). O rossiiskoi ekonomicheskoi nauke skvoz prizmu publikatsii rossiiskikh uchenykh v otechestvennykh i zarubezhnykh zhurnalakh za 2000–2009 gg. [On Russian economic science through the prism of publications of Russian scientists in Russian and foreign journals for 2000–2009]. In *Ekonomicheskii zhurnal VShE* [Economic Journal HSE], 2, 237–264.

Pyzhev, A.I. (2021). Studies on the Russian forest industry: Bibliometric analysis. In *Terra Economicus*, 19(1), 63–77. DOI: 10.18522/2073–6606–2021–19–1–63–77.

Pyzheva, Yu.I., Lapo, E.V., Syrtsova, E.A., Pyzhev, A.I. (2021). Evaluation of Genuine Savings in the Russia's Far East Regions. In *Regional Research of Russia*, 11(1), 121–128. DOI: 10.1134/S2079970521010111

Quental, N., Lourenço, J.M. (2012). References, authors, journals and scientific disciplines underlying the sustainable development literature: a citation analysis. In *Scientometrics*, 90, 361–381. DOI: 10.1007/s11192–011–0533–4.

R Core Team (2020). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. Available at: <https://www.R-project.org>.

Ryumina, E.V. (2018). Ekologicheskii indeks: postroenie i ispolzovanie pri analize kachestva zhizni i kachestva naseleniia [Ecological index: construction and use in the analysis of the quality of life and quality of population]. In *Upravlenie ekonomicheskimi sistemami: elektronnyi nauchnyi zhurnal* [Management of economic systems: electronic scientific journal], 9(115).

Ryumina, E.V. (2020). Ekologicheski skorrektirovannyi indeks chelovecheskogo razvitiia [Ecologically Adjusted Human Development Index]. In *Narodonaselenie* [Population], 23(1), 4–12. DOI: 10.19181/population.2020.23.1.1.

Ryumina, E.V., Anikina, A.M. (2009). Ekologicheski skorrektirovannaya otsenka ekonomicheskogo razvitiia regionov [Ecologically adjusted assessment of the economic development of the regions]. In *Problemy prognozirovaniia* [Problems of forecasting], 2(113), 78–94.

Shadrina, E. (2015). Russia's pivot to Asia: Rationale, progress, and prospects for oil and gas cooperation. In *Region: Regional Studies of Russia, Eastern Europe, and Central Asia*, 4(1), 95–128.

Syrtsova, E.A., Pyzhev, A.I., Zander, E.V. (2016). Istinnnye sbrezheniia regionov Sibiri: novye otsenki, starye problemy [Genuine savings for Siberian regions: new estimates, old problems]. In *EKO* [ECO], 6(504), 109–129.

Syrtsova, E.A., Pyzhev, A.I., Zander, E.V., Pyzheva, Yu.I. (2018). Kompleksnaia otsenka ustoichivosti razvitiia sotsio-ekologo-ekonomicheskikh sistem regionov Sibiri [Comprehensive Assessment of the Sustainability of Socio-Economic Systems of Siberia's Regions], Krasnoyarsk.

Tambovceva, T., Dimante, D., Atstāja, D. (2018). Consumer behaviour change through education for sustainable development: Case of Latvia. In *International Journal of Environmental Technology and Management*, 21(5–6), 238–252.

Tkachev, B.P., Zaitseva, A.V., Tkacheva, T.V. (2018). Raschet ekologicheskogo sleda v Khanty-Mansiiskom okruge-Iugre [Calculation of the ecological footprint in the Khanty-Mansi Autonomous Okrug-Yugra]. In *Uspekhi sovremennogo estestvoznaniia* [Advances of modern natural science], 11–2, 395–399.

UNDP's Strategy for Inclusive and Sustainable Growth. United Nations Development Programme. 2017. Available at: <https://www.undp.org/publications/undps-strategy-inclusive-and-sustainable-growth>

Uskova, T.V. (2009). Upravlenie ustoichivym razvitiem regiona [Managing the sustainable development of the region]. Vologda.

Wang, Y., Chen, Yu., Meijun, L., Hu, R. (2018). Growth and quality of Chinese journals from 1949 to 2013. In *Learned Publishing*, 31(3), 205–214. DOI: 10.1002/leap.1162.

Yakovenko, N.V., Ten, R.V., Komov, I.V., Didenko, O.V. (2021). Ustoichivost sotsialno–ekonomicheskogo razvitiia munitsipal'nykh obrazovaniy Voronezhskoi oblasti [Sustainability of socio-economic development of municipalities of the Voronezh region]. In *Iug Rossii: ekologiya, razvitie* [South of Russia: ecology, development], 16(1), 87–97. DOI:10.18470/1992–1098–2021–1–87–97.

Zabelina, I.A. (2020). Ispolzovaniia gis-instrumentariia v issledovanii sotsio-ekologo ekonomicheskogo blagopoluchii regionov Sibiri i Dalnego Vostoka [The Use of GIS Toolkit in the Study of Socio-Economic Well-Being of Siberia and the Far East Regions]. In *Ekologiya. Ekonomika. Informatika. Seriya: Geoinformatsionnye tekhnologii i kosmicheskii monitoring* [Ecology. Economics. Informatics. Series: Geoinformation technologies and space monitoring], 2(5), 14–20. DOI: 10.23885/2500–123X-2020–2–5–14–20.

Zabelina, I.A., Deluga, A.V. (2019). Geoekologicheskie indikatory ustoichivogo razvitiia: prostranstvennyi analiz [Geoecological indicators of sustainable development: spatial analysis]. In *Ustojchivoe razvitie gornyh territorij* [Sustainable development of mountain territories], 11(1), 15–25. DOI: 10.21177/1998–4502–2019–11–1–15–25.

Zabelina, I.A., Kolotovkina, Yu.V. (2019) Ekologo-ekonomicheskoe razvitie munitsipal'nykh obrazovaniy na syr'evykh territoriiakh Zabaikal'skogo kraia v kontekste kontseptsii «zelenoi» ekonomiki [Ecological and economic development of municipalities of the Zabaykalsky krai in the context of «green» economy]. In *Izvestiia Ural'skogo gosudarstvennogo gornogo universiteta* [Izvestiya Ural'skogo gosudarstvennogo gornogo universiteta], 1(53), 149–155. DOI 10.21440/2307–2091–2019–1–149–155.

Zander E. V., Startseva Yu.I., Pyzhev A. I. (2010). Green GRP as a Macroeconomic Indicator of Economic Growth of a Region (by the Example of Krasnoyarsk krai). In *Journal of Siberian Federal University. Humanities & Social Sciences*, 3, 382–387.

DOI: 10.17516/1997–1370–0786
УДК 330.46

Impact of the Prospective Roundwood Export Ban on Russian Timber Production

Alina S. Stoilova*

*Institute of Economics and Industrial Engineering
Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences
Novosibirsk, Russian Federation*

Received 31.05.2021, received in revised form 15.06.2021, accepted 29.06.2021

Abstract. Illegal timber harvesting and trafficking is one of the most important economic and environmental problems in the Russian Federation. Illegal logging leads to degradation of forests and a shortage of timber in wood industries. One of the measures to counter illegal logging is the ban on the export of raw wood, which will take effect on January 1, 2022. However, such a measure will lead not only to control over the circulation of illegal timber, but also to a number of economic consequences. The impact of the ban on the inland market can be assessed using the point sectoral model of the forestry complex (PSM-fc). The results of scenario calculations show that a ban on the export of raw materials can lead to a reduction in logging volumes and an increase in the share of products of deeper processing in exports.

Keywords: export of raw wood materials, timber industry, timber complex, industrial policy, forestry.

The study was funded by the Russian Science Foundation (project 19–18–00145). The original methodology for intersectoral interregional modeling underlying the point sectoral model of the forest complex was developed as part of the IEIE SB RAS research plan for 2021: Project 5.6.6.4 (0260–2021–0007).

Research area: economics.

Citation: Stoilova A. S. (2021) Impact of the prospective roundwood export ban on russian timber production. J. Sib. Fed. Univ. Humanit. Soc. Sci., 14(7), 1080–1091. DOI: 10.17516/1997–1370–0786.

Влияние перспективного запрета экспорта круглого леса на производство лесопроизводства в России

А.С. Стойлова

*Институт экономики и организации
промышленного производства СО РАН
Российская Федерация, Новосибирск*

Аннотация. Незаконные рубки и оборот нелегальных лесоматериалов являются важными факторами экономических и экологических проблем в Российской Федерации. Нелегальные лесозаготовки приводят к деградации лесов и дефициту лесного сырья на деревообрабатывающих производствах. Одна из мер противодействия нелегальной вырубке леса – запрет экспорта необработанной древесины, который вступит в силу 1 января 2022 года. Однако такая мера приведет не только к контролю над оборотом нелегальной древесины, но и к ряду экономических последствий. Оценить влияние запрета на внутренний рынок можно с помощью точечной отраслевой модели лесного комплекса (ТОМ-лк). Результаты сценарных расчетов показывают, что запрет экспорта сырья может привести к сокращению объемов лесозаготовки и увеличению в экспорте доли продукции более глубокой переработки.

Ключевые слова: экспорт лесного сырья, лесная промышленность, лесной комплекс, промышленная политика, лесное хозяйство.

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда (проект № 19–18–00145). Исходная методология межотраслевого межрегионального моделирования, лежащая в основе точечной отраслевой модели лесного комплекса, разработана в рамках плана НИР ИЭОПП СО РАН на 2021 год: Проект 5.6.6.4 (0260–2021–0007) «Инструменты, технологии и результаты анализа, моделирования и прогнозирования пространственного развития социально-экономической системы России и её отдельных территорий».

Научная специальность: 08.00.05 – экономика и управление народным хозяйством.

Introduction

There is a vast literature on the problems of the Russian forest sector, but only some of them are devoted to modeling (Gordeev, 2018; Glazyrina et al., 2015; Pyzhev, Zander, 2019; Pyzhev et al., 2020). Agent-based models allow to analyze intersectoral interactions (Gulin, Antonov, 2017), econometric models give insight on modeling correlations between regulations and sectoral economic activity (Antonova, 2018). Some of the models can describe the global, national or regional economy (Latta et al., 2013; Solberg, 2010; Buongiorno, 1996). Models describing individual sub-sectors of the forest complex are: global model of trade in forest products (Kallio et al., 1987), wood supply

model, wood market valuation model (Adams et al., 1980), pulp and paper market model (Gillesse et al., 1987). These models can provide a basis for different types of modifications – thus, models of individual regions and countries can be built (Trømborg, 2010; Ronnala, 1995; Kallio et al., 2004).

One of the most important problems of the forestry complex in the Russian Federation is illegal logging. In 2017, the volume of illegal logging amounted to 1.7 mln cub. m, in 2018–1.1 mln cub. m, in the first half of 2019–0.6 mln cub. m. Thus, the damage caused to forests is estimated at an average of 5.8 bil roubles every six months. The largest volume of illegal logging is traditionally observed in the Irkutsk

oblast. In the first half of 2019, the volume of illegal logging there exceeded 0.3 mln cub. m, which is almost 60 % of the volume of national illegal logging (Lesa Rossii, 2021). To tackle illegal logging, forest inspections, state information system accounting wood, and prohibitive policies are used. The recent decree banning the export of raw timber, which will take effect on January 1, 2022 (Postanovlenie Pravitel'stva Rossiiskoi Federatsii ...) is the latest and most discussed policy action of the public Russian authorities.

This paper uses a point model of the forest sector of the Russian Federation (PSM-fc), the stages of construction and scenario calculations, to analyze the effects of changes in the inland market for forest products after implementing new sectoral policies. Using the Optimization Interregional Intersectoral Model (OIIM) as a basis for informational coordination with a complex of modified models of the forestry complex, it is possible to study the features of the interaction of economic entities in conditions of limited resources, to make forecasts for the development of regions, sectors, and the national economy as a whole. Each model of the complex allows scenario calculations and economical interpretation of the obtained results. Informational coordination between models helps to transfer the existing relationships between sectors and regions of the national economic model into the sectoral model. Thus, the step-by-step transition from the national economic to the sectoral model leads to a gradual reduction of information that is excessive from the point of view of the forestry complex and the simultaneous detailing of related indicators.

Statement of the problem

Optimization Interregional Intersectoral Models (OIIM) are used as a tool for solving problems of forecasting and analyzing the functioning of sectoral systems of the national economy (Ershov, Ibragimov, & Mel'nikova, 2007). Currently, there is a number of sectoral, regional and transport modifications of the OIIM used for scenario calculations based on the development strategies for the country, sectors and regions. The use of OIIM allows

to build a system of interrelated optimization models with a more detailed description of a specific regional or sectoral structure. In specialized types of OIIM, there is a detailed specification of the correlations and activities of the selected economic entities, while the rest of the entities, excessive from the point of view of analysis and forecasting, are presented in the form of a «national economic background». Also, the OIIM in value terms can serve as the basis for qualitative modification and the foundation for building a hierarchy of predictive models with the transition to sectoral models of the production and transport type in natural terms.

This article is containing description of the point sectoral model of the forestry complex of the Russian Federation (PSM-fc), the stages of its construction and scenario calculations. The value added of this work lies in the possibility to use the data of PSM-fc to analyze the impact of the ban on the export of raw coniferous wood and valuable deciduous wood species on the inland market.

Methods

The basis for subsequent modifications was the OIIM-40, which describes 40 sectors in 8 regions in the base year 2016. This model was developed in the Laboratory for Modeling and Analysis of Economic Processes of the Institute of Economics and Industrial Engineering, Siberian Branch, Russian Academy of Sciences. OIIM-40 is a system of eight regional blocks, balance restrictions on production and distribution of products, labor resources, investment, the volume of exports and imports of products, and some limitations on individual variables as well. The workflow is summarized in Figure 1.

Regional blocks are related by three modes of transportation (railroad transport, pipeline transport and other transport) and by the conditions for leveling the consumption levels of the population (Fig. 2). The objective function of OIIM-40 is the maximum of the non-production consumption fund of the population as a whole in the country in the last year of the forecast period with the given parameters of its territorial structure.

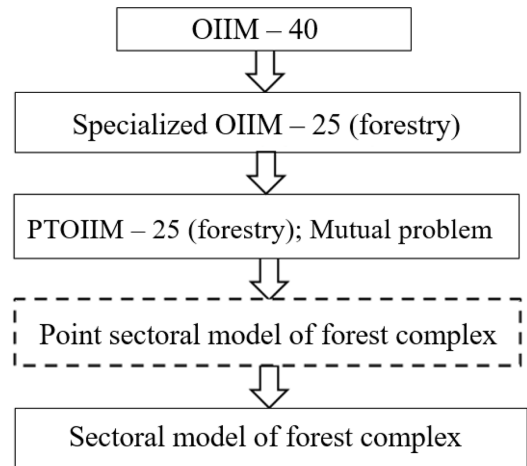


Fig. 1. The workflow for constructing a sectoral model of the forestry

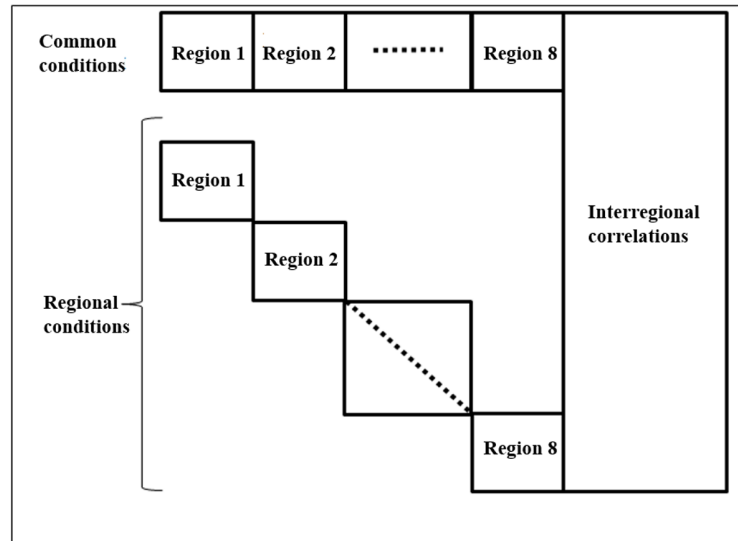


Fig. 2. Macrostructure OIIM-40

A rigorous mathematical description of the model can be found in (Granberg, Suslov, & Suspitsyn, 2007). To calculate and interpret the results of OIIM-40 problem, the properties of linear programming problems are used. The OIIM solution is one of the possible states of the economy at the end of the forecast period (2016–2030), when the optimum regional production volumes, interregional transportation of products, the use of labor resources, the interregional distribution of investments and the maximum of the non-productive consumption

fund are achieved. The estimates obtained in solving the dual problem can be used to analyze the profitability of manufactured products, foreign trade operations, transportation between regions, labor costs, investments, etc.

Stage I: building an OIIM-forest model. At the first stage, the branches of the forestry sector were detailed (Blam, Mashkina, 2018). These modifications were made in accordance with the All-Russian OKVED economic activity classifier. The sectors of the national economy that do not require aggregation include

three types of transport sectors (railway, pipeline, and others), as well as mechanical engineering and construction sectors.

Few expert opinions and statistical information were used to fill the structure of production volumes. The resulting OIIM-25 model contained a description of twelve sectors of the forestry complex, but only three of them were the part of OIIM-40, as well. Table 1 shows the forestry sectors disaggregation structure.

A specialized OIIM-25 with detailed sectors of forestry complex is taken as a basis for the following transformations.

Stage II: construction of PTOIIM-25, mutual problem. At the second stage, OIIM-25 changed to OIIM of production and transport type (PTOIIM-25) using the theory of mutuality (Itskovich, 1976).

Problem (I).

Let us consider a problem with $(m + 1)$ constraints.

The enterprise has at its disposal m types of resources in the amount of b_1, b_2, \dots, b_m , respectively. These resources are used to produce n types of products worth c_1, c_2, \dots, c_n , respectively. The norms of consumption $a_{ij} (i = 1, \dots, m; j = 1, \dots, n)$ are known for the production of a unit of each type of product. Moreover, the enterprise has a scarce resource $d_j (j = 1, \dots, n)$,

the use of which is limited to some value $\alpha > 0$. The production plan x_1, x_2, \dots, x_n , thus, is made from the condition of maximizing the total cost of production.

$$\sum_{j=1}^n c_j x_j \rightarrow \max$$

provided that the following resource constraints are applied:

$$\sum_{j=1}^n d_j x_j \leq \alpha (v); \text{ (estimate } v); \quad (1)$$

$$\sum_{j=1}^n a_{ij} x_j \leq b_i \text{ for } i = 1, \dots, m \text{ (estimate } u_i).$$

Let us suppose that there is an optimal vector \tilde{x} .

$$\text{Let } \beta = \sum_{j=1}^n c_j \tilde{x}_j \text{ and } P_1 \text{ be the set of op-}$$

timal vectors of the problem.

Theorem 1.

The dual problem (II) to problem (I) is the following.

It is required to determine the optimal system of dual estimates of the resources v, u_i , used for the production of goods, at which the total cost of resources will be the least.

Table 1. Structure of the sectors of the forestry complex in the initial and specialized OIIM

OIIM-40 forest sectors	OIIM25 forest sectors
Hunting and forestry	Logging
	Hunting and Forestry
Woodworking	Industrial wood
	Plywood
	Chipboard
	Fiberboard
	Other
Pulp and paper	Pulp
	Paper
	Cardboard
	Other
Other (don't belong to forestry complex)	Furniture

$$\left[av + \sum_{i=1}^m b_i u_i \right] \rightarrow \min$$

provided that the following constraints apply:

$$v \geq 0;$$

$$u_i \geq 0;$$

$$vd_j + \sum_{i=1}^m a_{ij} u_i \geq c_i \text{ (estimates } x_j) \text{ has an}$$

optimal solution if, for given b, c problem (I) has an optimal solution.

According to Theorem 1, the dual problem has a solution v, u_1, u_2, \dots, u_m . Let us formulate problem (III), which we call mutual to problem (I).

Problem (III).

It is required to determine the optimal production plan y_1, y_2, \dots, y_n , which is made up from the condition of minimizing the costs of a scarce resource $d_j (j = 1, \dots, n)$, with the total cost of resources used in the production of products bounded from below by β value.

$$\sum_{j=1}^n d_j y_j \rightarrow \min$$

provided that the following constraints apply:

$$y_i \geq 0;$$

$$\sum_{j=1}^n a_{ij} y_j \leq b_i \quad (1 \leq i \leq m) \text{ (estimates } \eta_i)$$

$$\sum_{j=1}^n c_j y_j \geq \beta \text{ (estimate } \xi)$$

It is assumed that the estimate v is positive. Let β be the value of the maximum profit under these conditions. Then the mutual problem is to minimize labor costs, provided that the profit is not less than β and the remaining constraints of the original problem are satisfied.

Let us formulate a theorem that states that the solutions of problems (I) and (III) coincide.

Theorem 2.

If the estimate \check{v} of constraint (1) of problem (I) is positive, then problem (III) is solvable, and the set P_2 of optimal vectors of problem (III) coincides with the set P_1 of optimal vectors of problem (I).

Let us interpret this problem in relation to OIIM-25. A general restriction on the use of la-

bor resources for the country as a whole was added to the existing balance constraints of the problem.

$$\sum_r \left(\sum_i l_i^{r0} x_i^{r0} + \sum_i \Delta l_i^{rT} \Delta x_i^{rT} \right) \leq \sum_r T^r \quad (2)$$

The following notations are used:

l_i^{r0} are the coefficients of labor costs per unit of output in the sector i of the region r in the last year of the period;

Δl_i^{rT} are the coefficients of labor costs per unit of the volume of output growth in the sector i in the region r for the period;

T^r are the restrictions on the number of labor resources in the region r in the last year of the period;

x_i^{r0} are the volumes of output in the sector i of the region r received in the last year of the forecast period from the production facilities operating at the beginning of the period;

Δx_i^{rT} are the volumes of production in the sector i of region r in the last year of the period at the facilities commissioned for the period.

This constraint gave a positive estimate \check{v} and did not affect the solution of the problem, since it was limiting. For further transition to the mutual problem, the optimal value of the functional was fixed as the quantity β . All other constraints of the original problem remained unchanged. The dual problem is to minimize labor costs in the whole country (2). In this case, all conditions of Theorem 2 are satisfied, and therefore the solution of the mutual problem coincides with the solution of the original OIIM-25.

Changing the structure of OIIM-25. The modifications at the next stage of the research led to the fact that sectors that are not related to the forestry complex began to appear in the model in an indirect form. To achieve this, variables that were not related to the production of forest products and the use of labor resources were excluded from the balance constraints of the model. The evaluation of the second members of the balance constraints (the load on the forestry complex from other sectors of the national economy) and the transition from the value terms of OIIM to natural measurements, are made using additional calculations and statistical information (Fig. 3). Detailed in-

formation about this transition can be found in (Blam, Mashkina, 2018).

Stage III: construction of a point sectoral model of the forest complex of the Russian Federation. The final stage of modeling assumed the transition to the industrial model of the forestry complex of production and transport type (PTM-fc), but this step required preliminary preparation and additional calculations. The list of necessary changes to obtain the final version of the model included:

- creation of an information block for reclamation and processing of raw materials;

- calculation of technological methods of production;

- expanding the set of sectors;

- recalculation of the information block of interregional transportation, export, import, use and growth of capacities (Fig. 4).

Due to the difficulties in preparing a significant amount of information, introducing an auxiliary point sectoral model of the forestry complex (PSM-fc) is necessary to proceed.

PSM-fc is a simplified modification of the sectoral model that describes the forestry complex of Russia as a whole, excluding interre-

Objective function – labouriousness and production costs in labour terms				
Load on the forest complex	Coefficients of production expenditures		Transport block	Export and import
	Current capacities	Future capacities		

Fig. 3. Macrostructure of PTOIIM-25

Objective function – minimum of inputs				
Resources (timber)	Production expenditures	Transport block	Transport block	
Load on forest complex				
Capacities	Using of capacities			Increment of capacities

Fig. 4. Structure of the regional block in PTM-fc

gional transportation. This model is filled with information from PTOIIM-25 and contains an even more detailed nomenclature and information blocks necessary for the transition to PTM-fc. When forming PSM-fc, in addition to information from PTOIIM-25, data from open sources were additionally used: Rosstat, academic literature, sectoral web-resources, etc. Table 2 shows a comparison of OIIM-25 nomenclature and sectoral models' nomenclature.

Using an PSM-fc, the optimal indicators of raw material reclamation, production, export and import were obtained for 2016. For scenario calculations, the following changes were made:

- The volume of commercial wood (coniferous) export has been reduced to 0 cub. m.

- The volume of commercial wood (deciduous) export is reduced by 3 %. This value is obtained as the ratio of the volume of exported valuable varieties of deciduous wood (oak, beech, ash) to the total volume of exported deciduous wood. The data was taken from customs statistics for 2018.

- For calculations, the restriction on the maximum export volumes of products of deeper processing (industrial wood, plywood, chipboards, pulp, furniture) was increased.

A series of calculations was carried out on the basis of the data corrected. The load on the

Table 2. Comparison of the OIIM-25 forest nomenclature and sectoral models' nomenclature

OIIM-25 forest nomenclature	Nomenclature of raw materials and forest products in the sectoral model
Logging	Commercial wood (coniferous), with a diameter of more than 26 cm Commercial wood (coniferous), with a diameter of 14–24 cm Commercial wood (deciduous), with a diameter of more than 26 cm Commercial wood (deciduous), with a diameter of 14–24 cm Low-quality wood Wastepaper Wood residue
Hunting and forestry	Reforestation Forestry Other forestry productions
Industrial wood	Industrial wood (coniferous) Industrial wood (deciduous)
Plywood	Plywood (coniferous) Plywood (deciduous)
Chipwood; Fiberwood	Chipwood Fiberwood MDF OSB
Other woodworking	Pellet production Timber house construction Other woodwork productions
Pulp	Pulp (coniferous) Pulp (deciduous)
Paper	Writings News Other paper
Card board	Card board
Other pulp and paper productions	Other pulp and paper productions
Furniture	Furniture
	Dendrochemistry

forestry complex from the side of the national economy (the second parts of the balance constraints) varied within 5–10 % of their average value. The production volumes, conditional optimal prices and export volumes were obtained.

As can be seen from the data given in Table 3, the shadow prices for large-sized timber are on average more than 20 % higher than the similar prices presented by Rosstat.

This allows us to conclude that there is an insufficient level of supply of raw materials to producers, in particular, coniferous sawlogs and plywood logs. With a ban on the export of raw wood, the degree of shortage of commercial timber will decrease, however, with an increase in the production of products of deeper processing, the shortage of large-sized timber may return to the previous level.

Table 3. Comparison of shadow prices based on the results of scenario calculations with the modelled basic solution prices and Rosstat prices (rub/unit)

Type of resource	Rosstat	Base	+0 % exp. value	+5 % exp. value	+10 % exp. value	+15 % exp. value
Commercial wood (coniferous), with a diameter of more than 26 cm	2,141.3	2,520.5	2,367.6	2,362.7	2,520.5	2,520.5
Commercial wood (coniferous), with a diameter of 14–24 cm	905.0	1,546.5	1,406.2	1,402.0	1,546.0	1,546.0
Commercial wood (deciduous), with a diameter of more than 26 cm	1,372.1	2,045.0	2,299.5	2,307.6	2,045.0	2,045.0
Commercial wood (deciduous), with a diameter of 14–24 cm	1,984.9	2,140.2	2,016.9	2,013.0	2,140.2	2,140.2

Table 4. Comparison of production indicators based on the results of scenario calculations and the modeled basic solution

Name of product	base	+0 % exp. value	+5 % exp. value	+10 % exp. value	+15 % exp. value
Logging (mln cub. m)	226.125	196.766	196.416	202.396	204.223
Forestry (bil roubles)	7.261	6.968	6.964	7.024	7.042
Industrial wood (coniferous) (mln cub. m)	38.344	37.854	38.245	39.741	40.617
Industrial wood (deciduous). (mln cub. m)	5.430	5.124	5.123	5.218	5.521
Plywood (coniferous) (mln cub. m)	3.559	2.381	2.305	2.380	2.430
Plywood (deciduous) (mln cub. m)	1.298	1.278	1.223	1.251	1.259
Chipboard (mln cub. m)	2.734	3.037	3.020	3.577	3.501
Fiberboard (mln cub. m)	0.377	0.339	0.362	0.410	0.412
MDF (mln cub. m)	2.024	1.747	1.847	2.333	2.156
OSB (mln cub. m)	0.470	0.417	0.487	0.618	0.674
House construction (mln sq. m)	2.477	2.647	2.493	2.572	2.586
Pellet (mln t)	1.112	0.970	1.020	1.530	1.625
Pulp (coniferous) (mln t)	6.675	6.675	5.689	6.351	6.454
Pulp (deciduous) (mln t)	1.448	1.448	1.348	1.402	1.394
Paper (mln t)	7.702	7.702	7.465	7.593	7.600
Cardboard (mln t)	147.110	147.110	137.929	142.224	142.237
Furniture (bil roubles)	154.219	102.139	92.512	97.352	97.346

Table 5. Comparison of export volumes based on the results of scenario calculations and the modeled basic solution

Name of product	base	+0 % exp. value	+5 % exp. value	+10 % exp. value	+15 % exp. value
Commercial wood (coniferous), with a diameter of more than 26 cm (mln cub. m)	10.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Commercial wood (coniferous), with a diameter of 14–24 cm (mln cub. m)	4.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Commercial wood (deciduous), with a diameter of more than 26 cm (mln cub. m)	3.568	3.104	2.755	3.011	2.957
Commercial wood (deciduous), with a diameter of 14–24 cm (mln cub. m)	3.568	0.000	0.000	0.000	0.000
Industrial wood (coniferous) (mln cub. m)	24.869	24.869	24.976	26.756	27.148
Industrial wood (deciduous). (mln cub. m)	1.480	1.480	1.712	1.663	2.099
Plywood (coniferous) (mln cub. m)	2.212	2.212	2.114	2.212	2.212
Plywood (deciduous) (mln cub. m)	0.246	0.246	0.246	0.246	0.246
Chipboard (mln cub. m)	1.610	1.610	1.673	2.195	2.252
Fiberboard (mln cub. m)	0.156	0.156	0.220	0.222	0.246
MDF (mln cub. m)	0.618	0.618	0.883	1.229	1.224
OSB (mln cub. m)	0.068	0.068	0.223	0.276	0.450
House construction (mln sq. m)	0.047	0.047	0.047	0.047	0.047
Pellet (mln t)	1.076	1.076	1.293	1.494	1.764
Pulp (coniferous) (mln t)	1.930	1.930	1.842	1.930	1.930
Pulp (deciduous) (mln t)	0.214	0.214	0.214	0.214	0.214
Paper (mln t)	3.376	3.376	3.329	3.376	3.376
Cardboard (mln t)	0.275	0.275	0.275	0.275	0.275
Furniture (bil roubles)	15.919	15.919	15.080	15.919	15.919

It correlates with high level of illegal timber trade. The imposition of a ban on the export of raw wood will lead to an increase in the export of poorly processed timber, which will not solve the problem of illegal logging. The development of sectors processing not only high-quality wood, but also low-quality wood, as well as wood residue, can contribute to reducing the shortage of raw materials. There is a danger that the amount of felling waste will increase due to the lack of demand for low-quality timber.

The table above shows that with the ban on the export of raw timber, there is a decrease in the level of logging. To increase the production of wood products, it is necessary to build new facilities and to create an incentive in the form of external demand. But, since

domestic products are of low quality, entering new markets will

Conclusion

The paper presents an approach to modeling and describes point sectoral model of the forest complex (PSM-fc), according to which system calculations were performed. With a complete ban on the export of coniferous raw timber and a partial ban on the export of deciduous raw timber, the volume of exports of products of the woodworking sector and the level of consumption of products of the forestry complex of the sectoral national economy varied.

According to the results of the data analysis, there was a decrease in the level of logging and an increase in the production of the main woodworking products (lumber, ply-

wood and chipboards, etc.). This is due to the fact that the inland market was oversaturated with wood raw materials and did not have sufficient external demand for woodworking products.

Thus, the ban on the export of raw timber will significantly affect the inland market for forest products. An overabundance of raw materials will require an increase in the processing capacity of forest products and a significant

increase in the volume of exports of products of deeper processing. In conditions of fierce competition for foreign markets, many manufacturers may face the impossibility of selling finished products due to their low quality. The ban will also affect enterprises engaged in timber harvesting. In the absence of demand for raw materials and the lack of their own processing facilities, many small and medium-sized enterprises may cease their activities.

References

- Adams, D. M. and Haynes, R. W. (1980). The 1980 coniferous timber assessment market model: structure. Projections, and Policy Simulations *Forest Science* 26 a0001–a11.
- Antonova, N.E. (2018). Evaluation of Economic Agents Responses of on Institutional Changes in the Region Forest Complex. In *Prostranstvennaya Ekonomika [Spatial Economics]*, 4, 115–138. doi: 10.14530/se.2018.4.115–138.
- Blam, Iu. Sh., Mashkina, L.V. (2018). Postroenie ierarkhicheskogo nabora modelei: ot stoimostnoi OMMM k otraslevoi modeli v natural'nykh pokazateliakh [Building the hierarchical set of models: from OIIM in value terms to sectoral model in natural terms], In *Mir ekonomiki I upravleniia [The world of economics and management]*, 18(4), 126–139. doi: 10.25205/2542–0429–2018–18–4–126–139.
- Buongiorno, J. (1996). Forest sector modeling: a synthesis of econometrics, mathematical programming, and system dynamics methods *Int. J. Forecasting* 12 329.
- Gilles, J. K. and Buongiorno, J. (1987). PAPYRUS: a model of the North American pulp and paper industry *For. Sci.* 33 a0001–a2.
- Glazyrina, I.P., Yakovleva, K.A., Zhadina, K.A. (2015). Social and Economic Effectiveness of the Forest Use in the Russian Regions. In *Regionalistika [Regionalistics]*, 2, 5–6, 18–33. doi: 10.14530/reg.2015.5–6.
- Gordeev, R.V. (2018). Improving the Competitiveness of the Forest Products: New Lessons from the Trade Analysis In *EKO*, 8, 63–84. doi:10.30680/ECO0131–7652–2018–9–63–84.
- Granberg, A.G., Suslov, V.I., Suspitsyn, S.A. (2007). Mnogoregional'nye sistemy: ekonomiko-matematicheskoe issledovanie [Multi-regional systems: economic and mathematical research]. Novosibirsk, Sibirskoe Nauchnoe Izdatel'stvo, 371 p.
- Gulin, K., Antonov, M. (2017). Theoretical Aspects of Agent-Based Modeling in the Development of the Forest Complex. Economic and Social Changes: Facts, Trends, Forecast, 6 (54). doi: 10.15838/esc.2017.6.54.4.
- Ershov, Ju.S., Ibragimov, N.M., Mel'nikova, L.V. (2007). Sovremennye postanovki prikladnykh mezhregional'nykh mezhotraslevykh modelei [Modern formulation of the engineering interregional intersectoral models], In *Issledovaniia mnogo regional'nykh ekonomicheskikh sistem: opyt primeneniia optimizacionnykh mezhregional'nykh mezhotraslevykh sistem [Studies of multi-regional economic systems: experience in applying optimization interregional intersectoral systems]*. Novosibirsk, IEIE SB RAS, 29–59.
- Itskovich I. A. (1976). *Analiz lineinykh ekonomiko-matematicheskikh modelei [Analysis of linear economic and mathematical models]*. Novosibirsk, Nauka, 190 p.
- Latta, G.S., Sjølie, H.K., Solberg, B. (2013). A Review of Recent Developments and Applications of Partial Equilibrium Models of the Forest Sector. In *Journal of Forest Economics*, 19 (4), 350–60. doi: 10.1016/j.jfe.2013.06.006.
- Les Rossii [Forests of Russia]. Available at: <https://roslesinforg.ru/atlas> (accessed 2 May 2021).
- Kallio, M. et al. (1987). *The Global Forest Sector: An Analytical Perspective* (John Wiley & Sons, Inc., UK)

Kallio, A. M. I. et al. (2004). The global forest sector model EFI-GTM: the model structure. *European Forest Institute* EFI Technical Report 15

Postanovlenie Pravitel'stva Rossiiskoi Federatsii ot 18.03.2021 № 396 «O vnesenii izmenenii v nekotorye akty Pravitel'stva Rossiiskoi Federatsii i priznanii utrativshimi silu nekotorykh aktov I otdel'nykh polozhenii nekotorykh aktov Pravitel'stva Rossiiskoi Federatsii» [Decree of the Government of the Russian Federation of March 18, 2021 No. 396 «On Amendments to Certain Acts of the Government of the Russian Federation and the Recognition of Invalidation of Certain Acts and Certain Provisions of Certain Acts of the Government of the Russian Federation»] Available at: <http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/0001202103190010?index=1&rangeSize=1> (accessed 2 May 2021).

Pyzhev, A., Sharafutdinov, R., Borisova, I. (2020). Ecological and Economic Modelling of the Forestry Problems of Russia *IOP Conf. Ser.: Mater. Sci. Eng.* 753 082004. doi: 10.1088/1757-899X/753/8/082004

Pyzhev, A., Zander, E. (2019). Modeling of the regional forest sector to improve economic and legal relations in forest management. In *Journal of Siberian Federal University. Humanities & Social Sciences* [Zhurnal Sibirskogo federal'nogo universiteta. Seriya: Gumanitarnye nauki], 12 (11), 2091–2096. doi: 10.17516/1997-1370-0515

Ronnala, M. (1995). Medium-term scenarios for the Finnish pulp and paper industry *International Institute of Applied Systems Analysis* WP 95–38

Solberg, B., Moiseyev, A., Kallio, A.M.I., Toppinen, A. (2010). Forest Sector Market Impacts of Changed Roundwood Export Tariffs and Investment Climate in Russia. In *Forest Policy and Economics*, 12, 1, 17–23. doi: 10.1016/j.forpol.2009.09.016.

Trømborg, E. and Solberg, B. (2010). Forest sector impacts of the increased use of wood in energy production in Norway *Forest Pol. Econ.* 12 39.

DOI: 10.17516/1997–1370–0787
УДК 334

Innovation Strategies within the Transforming Russian Electric Power Sector

Yegor D. Burda*

*National Research University Higher School of Economics
Moscow, Russian Federation*

Received 25.05.2021, received in revised form 15.06.2021, accepted 29.06.2021

Abstract. Currently, Russian electric power sector is influenced by two divergent tendencies: on the one hand, we can observe a structural transformation of the industry and increasing role of innovations; on the other hand, it is still subject to regulation, while reliability and safety of power supply remain of paramount importance. This situation creates a unique opportunity to explore which innovation strategies are chosen by companies and which factors have the greatest influence on their decisions. A qualitative study was conducted based on a set of semi-structured interviews with several managers of Russian power companies. Further analysis allowed to reveal the dominant innovation strategies employed within the industry: traditional contracts, in-house development, closed and open innovation ecosystems. This study also revealed factors that determine the choice of an innovation strategy: goals of the firm and type of market it aims to operate at. The results provide managers with insights allowing them to make better-grounded decisions in terms of choosing an innovation strategy within various settings.

Keywords: innovations, innovation strategy, innovation ecosystem, interfirm collaboration, electric power sector.

The reported study was funded by RFBR, project number 19–310–90065.

Research area: economics.

Citation: Burda, Y.D. (2021) Innovation strategies within the transforming russian electric power sector. J. Sib. Fed. Univ. Humanit. Soc. Sci., 14(7), 1092–1102. DOI: 10.17516/1997–1370–0787.

Стратегии создания инноваций в трансформирующейся электроэнергетике России

Е.Д. Бурда

Национальный исследовательский университет

«Высшая школа экономики»

Российская Федерация, Москва

Аннотация. В настоящее время российская электроэнергетика находится под влиянием двух разнонаправленных тенденций: с одной стороны, происходит структурная трансформация отрасли и повышается роль инноваций; а с другой – в ней по-прежнему сохраняется высокая степень государственного участия и первостепенность вопросов надежности и безопасности энергоснабжения. Это создает уникальную возможность для изучения того, какие стратегии создания инноваций выбирают компании в текущих условиях и какие факторы оказывают наибольшее влияние на этот выбор. Путем проведения качественного исследования, основанного на ряде глубинных полуструктурированных интервью с руководством компаний отрасли, были выявлены доминирующие стратегии создания инноваций: традиционные контракты, собственные разработки, закрытые и открытые инновационные экосистемы. Исследование также позволило выявить факторы, определяющие выбор стратегии: преследуемые фирмой цели и тип рынка, на котором она планирует функционировать. Полученные результаты позволят менеджерам принимать более взвешенные решения в части выбора стратегии создания инноваций в различных условиях.

Ключевые слова: инновации, инновационная стратегия, инновационная экосистема, взаимодействие фирм, электроэнергетика.

Научная специальность: 08.00.00 – экономические науки.

Introduction

Ongoing energy transition, wide spread of various innovative technologies and disintegration of industrial value chain requires the development of new collaboration practices among companies of Russian electric power sector (Zubakin, 2019; Markova, Churashev, 2020). On the one hand, digital transformation and technological advancements attract new players to the industry aimed to satisfy expanding consumer requirements by developing various innovative products and services. On the other hand, consumers become more active and are no longer satisfied with the traditional supply of electricity and power – they want to manage their consumption and ultimately decrease the overall spending on electricity.

These transformations increase the interdependence among industry players and create a fruitful basis for the development of

various innovation ecosystems (IEs) – specific form of collaboration based not on formal market mechanisms or hierarchy but on a process of co-creation of innovative value propositions, which would benefit the customer (Adner, 2006, 2017; Jacobides et al., 2018). However, development of IEs is very challenging for electric power companies. First, increasing role of innovative value propositions (Khovalova, 2019) forces electric power companies to collaborate with others both inside and outside the boundaries of the industry and correspondingly adopt their innovation strategies. Second, spread of new technologies and the overall increase in speed of technological changes requires greater flexibility and adaptability. Third, we can observe a decreasing role of products – there is a transition towards a service-dominant logic (Kleiner et al., 2020), focused on the process of providing services and collaboration with consumers. These

transformations force companies to reconsider their innovation strategies with a greater focus on collaboration.

At the same time, electric power sector still preserves a set of its essential features: a high degree of government regulation, dominance of big state-owned companies (Aizenberg, Dzuba, 2020) and paramount role of reliability and safety (Energy Strategy of Russia, 2020). Moreover, specific nature of electricity as a product requires for compatibility of products and services provided by different companies.

Taken together, the abovementioned divergent forces within the sector create a unique opportunity to study innovation strategies of electric power companies and the IE phenomenon in particular. Two research questions are of particular interest: (1) which innovation strategies are chosen by companies under such conditions (and if firms apply to IEs, how do they do it); and (2) which factors determine the choice of a particular innovation strategy (IE in particular).

This study aims to provide managers with the conceptual decision-making framework for those cases when a transforming nature of the industry requires a reconsideration of innovation strategies and adoption of a more collaboration-centric approaches. At the same time, conducted research may provide important empirical evidence on the IE phenomenon – in particular, it highlights possible peculiarities of this form of innovation strategy in different contexts and reveals factors that lead to the adoption of IE approach by the studied firms.

Theoretical framework

Considering the abovementioned shifts in the studied sector it can be argued that innovations become the major source of competitiveness. At the same time, regarding the fact that the development of innovative products and/or services within Russian electric power sector is associated with considerable financial investments, high complexity and substantial risks, which promotes the collaboration among firms, this study will adopt an inter-organizational level of analysis (Bogers et al., 2017).

Currently, there are numerous studies devoted to the investigation of various forms

of innovation practices adopted by firms (Chiaroni et al., 2011; Foss et al., 2011, 2013; Foss, Foss, 2005), foundations of innovations (Demircioglu, 2016; Mazzucchelli et al., 2019; Nuruzzaman et al., 2017; Schueffel, 2015), and organizational mechanisms underlying such strategies (Cassiman, Veugelers, 2006; Demircioglu, 2016; Grigoriou, Rothaermel, 2014). At the same time, over the past decade we can observe an increasing interest towards a specific form of innovation strategy adopted by firms – IEs, which are increasingly regarded as an important way of creating and capturing value from complex value propositions (Dattee et al., 2018).

Basing on the seminal definition by Adner (2006, 2017), IEs can be described in terms of a focal firm and a set of complementary firms supporting it in terms of co-creation of innovative value propositions according to the requirements set by consumer. Complementing this definition with more recent studies on the subject (Jacobides et al., 2018), it can be argued that ecosystem represents a specific form of collaboration among economic agents based on multilateral non-universal complementarity without complete hierarchical control.

Modern research field on the subject provides multiple evidence on the conceptual nature of the phenomenon (e. g., Adner, 2006, 2017; Adner, Kapoor, 2010, 2016; Dattee et al., 2018; Jacobides et al., 2018), its emergence and development (e. g., Adner, Kapoor, 2010, 2016; Dedehayir et al., 2017; Kolloch, Dellermann, 2018; Luo, 2018), specificity of collaboration among participants (e. g., Adner, Kapoor, 2010, 2016; Davis, 2016), and distribution of results of such collective efforts (e. g., Holgersson et al., 2018; Ritala et al., 2013). However, we still lack empirical evidence on the choice of a particular innovation strategy (Tavassoli, Karlsson, 2015) and the role of IEs in this process. Therefore, this study aims to address this research gap by conducting an empirical investigation of innovation strategies and the role of IEs within the transforming Russian electric power sector.

Statement of the problem

Given the transforming nature of the Russian electric power sector, companies face an

increasing pressure in terms of developing and delivering innovative solutions. While there is no doubt regarding the importance of such activities, the choice of innovation strategy is of particular difficulty. On the one hand, specific nature of the electric power sector sets conceptual guidelines of behavior for the companies – their solutions should be compatible and comply with the established standards. On the other hand, increasing variety of industry participants and shifting consumer demands lead to the divergence of business practices, therefore sophisticating the choice of innovation strategy.

Therefore, this study aims to reveal the existing innovation strategies adopted by firms in Russian electric power sector (with the particular emphasis on IEs), while at the same time investigating the factors that determine the choice of a particular strategy.

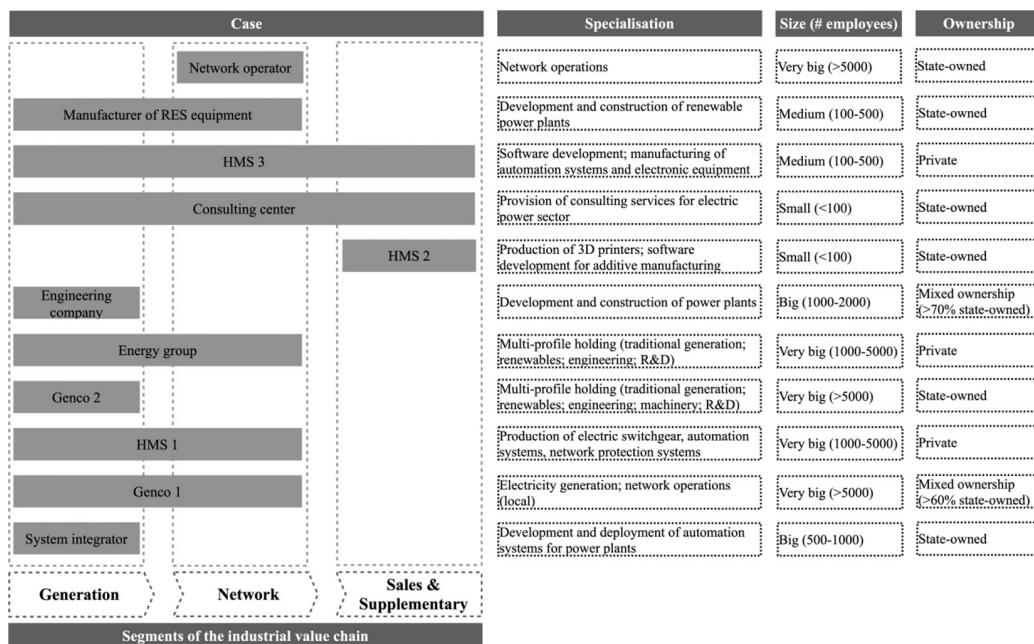
Methods

Overall, this study can be divided into three major stages. (1) *Preliminary stage* in-

cluded informal interviews and discussion with industrial experts, participation in group discussions organized by various companies of the industry and devoted to innovative development. Collected data allowed to gain an in-depth understanding of the industrial context and construct the main research.

(2) *Main research* included data collection, its analysis and development of preliminary conclusions. The nature of the research questions of the present study requires an in-depth understanding of the decision-making processes within the studied companies. Therefore, this research adopts a mixed approach based on multiple holistic case-study (Yin, 2009) of 11 companies within Russian electric power sector of different specialization, size and ownership, and representing all three major segments of the industrial value chain, namely generation, networks, sales and supplementary services (Fig. 1).

Data was collected on the basis of 12 in-depth semi-structured interviews with the top management of the studied companies respon-



Notes: Genco – generation company; HMS – hi-tech manufacturer and software development; RES – renewable energy source; R&D – research and development.

Source: compiled by the author.

Fig. 1. Brief description of the cases

sible for the innovative agenda. Semi-structured format allowed to include follow-up (Spradley, 1979) and background questions therefore covering additional important topics and obtaining a balanced picture (Langley, 1999). At the same time, the following open sources were used for triangulation: mass-media, web sites and social media pages of the studied companies, industry and analyst reports.

Data analysis was performed simultaneously with the interviews in order to secure the obtained results and carefully structure them. Open coding was used in order to reveal relevant concepts, while axial coding allowed to group these concepts into categories and investigate the connection among the latter (Gioia et al., 2012).

(3) *Control stage* of the research was devoted to clarification of results and development of final conclusions. It included unstructured interviews with three randomly selected representatives of the studied companies. The interviews were aimed at validating the results and revealing additional important factors. These interviews also allowed to describe and present the results of this study more intelligible for the professional community and a wide readership.

Discussion

Dominant innovation strategies

Conducted analysis revealed that innovation strategies adopted by the analyzed companies can be divided into four main types: (1) contracts; (2) in-house developments; (3) closed IEs; (4) open IEs.

Contracts imply that a company has a set of long-term relations with its partners who provide necessary products and services. There are two major reasons why studied companies adopt this form of collaboration. On the one hand, the long-term nature of relations is determined by the duration of innovative projects. On the other hand, long-lasting collaboration between the company and its partners allows the latter to study the specificity and requirement of its business therefore allowing them to propose relevant products and services. This form of cooperation allows companies to achieve greater predictability

and decrease transaction costs of collaboration.

In-house developments imply that a company has substantial resources and capabilities for creating innovations and therefore does not require to collaborate with external partners. Such companies do have a strong R&D base (including specialized research institutes), which allows them to constantly produce required innovative products and services. Moreover, ownership of the resources and capabilities allows for a greater degree of predictability and control. At the same time, several respondents highlighted the fact that sometimes it is impossible to collaborate at all – high entry barriers (e. g. capital investments) discourage new players to enter certain segments of the industry.

The other two types of innovation strategies are not common for the electric power sector and incorporate a greater deal of collaboration among the company and its partners. Thus, *closed IEs* imply collective creation of innovations by leveraging resources and capabilities of external partners. This strategy is particularly relevant in those cases when consumers require complex systemic solutions, which are economically impractical to develop by the virtue of single efforts. A company concentrates on the development of core components (e. g., control systems for generating equipment), while external partners develop various additional modules. The nature of this strategy (closed) is determined by the fact that a company collaborates with its partners in non-essential areas of business and limits their access to the available resources (which are perceived to be a source of competitive advantage).

Creation and development of *open IEs* follows the same logic except that collaboration with external partners is considered as a key activity of the company and serves as a source of competitive advantage for its main business. Through tight collaboration with external partners the company gains the ability to create the required innovative products and services while at the same time increasing its flexibility in the changing environment. Moreover, having a wide set of partners allows inte-

grating various solutions, therefore increasing competitiveness on the market. Considering this, companies adopting this strategy demonstrate greater openness in terms of access to their resources by partners (R&D facilities, expertise) – resources are not considered to be the source of competitive advantage, they are treated as a source for increasing flexibility and adaptability.

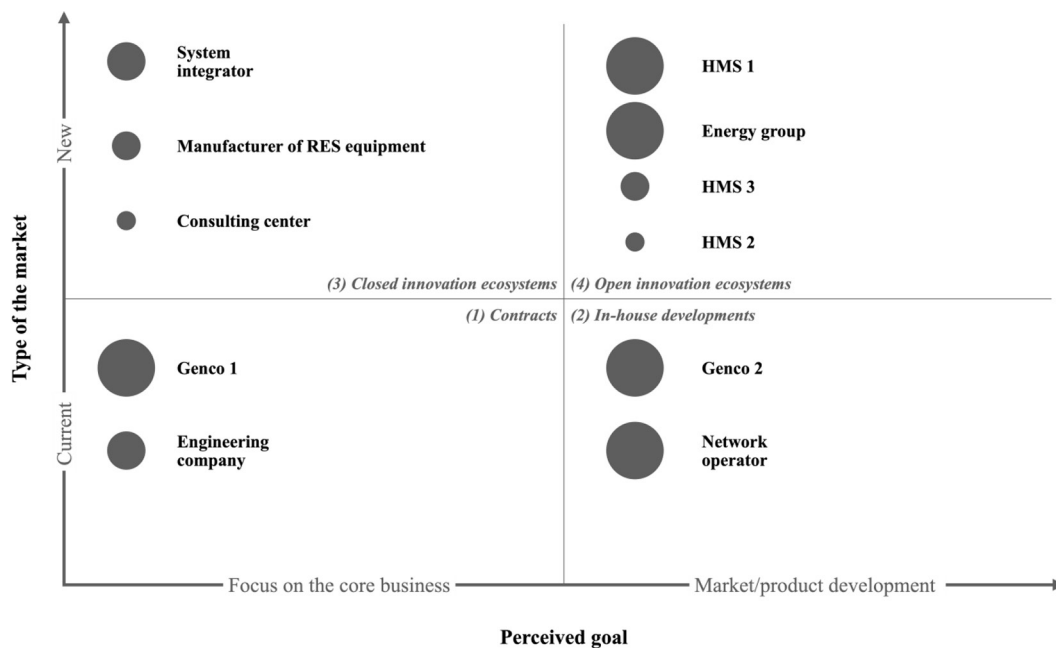
**Approach towards selecting
an innovation strategy and the role
of innovation ecosystems**

The choice of a particular innovation strategy among the studied companies is determined by two major factors: (1) goal perceived by a company and (2) type of market it is aiming to operate at. The goal perceived represents an intended behavior of the company and defines its strategy – focus on the core business or aiming at market/product development. Type of the market is considered from the perspective of the company – it is either current or new for a particular company. These factors

allow to construct a two-dimensional matrix demonstrating which innovation strategies do the companies under analysis adopt in various conditions (Fig. 2).

As we can see from the matrix in Fig. 2, analyzed firms tend to adopt *contracts* in those cases when they are focused on their core business and are not planning to enter a new market. These companies operate within stable segments of the market with relatively slow pace of changes and have an established network of long-term partners who provide them with the ready-made solutions. Such companies do not tolerate risks and are focused on incremental innovations associated with their existing products and services.

For instance, «Genco 1», being a major player on the wholesale electricity market and focusing on the issues of reliability and safety (its strategy is focused on maintenance and modernization of generating equipment), collaborates with a limited set of trusted partners, who are familiar with the company's requirements and specificity of its business and are



Notes: size of the circle represents the size of the company; Genco – generation company; HMS – hi-tech manufacturer and software development; RES – renewable energy source.

Source: compiled by the author.

Fig. 2. Choosing an innovation strategy and the role of innovation ecosystem

able to support suitable products and services – turbines, generators, transformers, secondary switching equipment, etc. «Engineering company» demonstrates similar behavior – it acts as a main contractor and focuses on engineering and construction of buildings and generation facilities for its clients, while external partners provide necessary equipment: generating equipment, switchgear, etc.

In-house developments are widely used by those companies aimed at product/market development at their current market. Moreover, such companies, being well-established players of the industry, are self-sufficient in terms of developing innovative products and services. There are several reasons for such autonomy. First, such companies own significant R&D facilities, which are able to fulfill their requirements in terms of innovations. Second, specific nature of their business requires very specific innovations, which cannot be applied on the market. Third, sometimes there are no external partners who can provide company with the necessary innovative solutions – either due to the abovementioned specificity of its business or due to the high entry barriers of the industry.

For instance, «Genco 2» owns a specialized R&D institute focused on the development of new energy technologies (small-scale generators, high-temperature superconductors), research on life extension for the existing equipment and improving its efficiency (increasing its capacity factor). Its capabilities exceed those existing on the market, therefore «Genco 2» has no reasons to apply for external partnership.

«Network operator» demonstrates similar behavior by relying on its specialized innovation business unit – regarding the specific nature of its business, there are no external partners who are able to provide company with the required digital solutions (e. g., digital substations, active network elements, monitoring systems) as well as specific network equipment and software. Even if there are external partners specializing in a particular technological domain (e. g., asset management software), their solutions require a high degree of customization for the company; thus, it is usually easier to develop the necessary solutions in-house.

Closed IEs allow companies to focus on their core business by the virtue of entering related markets with the great potential of future growth. At the same time, being new from companies' perspective they represent novel market segments with the corresponding existence of pioneering companies to compete and collaborate. Collectively created solutions are closely related to the core business of such companies and are considered supporting, are based on their valuable resources and therefore are closely governed. Being beware of potential threat to their competitiveness, they apply for collaboration in additional areas in relation to the core value proposition and therefore limit access their partners to the available pool of resources.

For instance, «System integrator» develops integrative systems (core component of the value proposition) on its own while external partners are responsible for the development of particular additional modules (sub-systems related to security, control systems for specific electric equipment), which can be combined in accordance with the consumer requirements. Partners have limited access to the available resources of the company (including the source code and other intellectual property) within a particular project and are able to use them in accordance with the established set of rules. This type of strategy allows the company to enter related markets (RES-based generation) by leveraging the established practices of modular development.

Similar strategy is adopted by «Manufacturer of RES equipment». The company decided to move beyond its core business and enter related market of commercial dispatching by the virtue of developing an ecosystem of partners providing complementary expertise and offerings (electricity storage equipment, asset management software). At the same time, the company secured its central role within the ecosystem by promoting its own specific equipment and therefore «coupling» its partners to use it within various projects.

Open IEs are adopted in those cases when company pursues the goal of entering a new market through product/market development. These markets possess great potential, are

characterized with high pace of changes and therefore require companies to be flexible and adaptive. Necessity to compete with pioneering companies and ability to collaborate with them creates a unique opportunity for those companies ready to focus on market/product development. Within such dynamic environment such companies are able to utilize their key assets – consumer base and existing resources in order to take a central role within the ecosystem and coordinate activities performed by external partners. At the same time, high pace of changes in the industry diminishes the role of formal contracts (which are too long and too difficult to develop and maintain and which may be irrelevant in case of a major technological shift) therefore forcing companies to adopt collaboration based on complementarity. Companies provide external partners with the access to their resources and co-create innovative solutions, which are able to benefit consumers. At the same time, provision of such access allows them to secure their proprietary role within the ecosystem and create high switching costs for the partners who may decide to develop competing solutions based on a different technology. Moreover, complementary resources and capabilities of external partners create synergies for companies therefore creating another incentive to support the ecosystem.

For instance, «HMS1» initially specializing in the manufacturing of vacuum switching equipment decided to enter the «smart grid» market by developing an ecosystem of partners. Simultaneously leveraging its own resources and capabilities (expertise in manufacturing and software development for electric power sector) and those provided by external partners (RES equipment, electricity storage, software for managing distributed generation and «smart grid») the company is able to provide its customers with a full scope of solutions (both in electricity generation and distribution). The company acts as a coordinator of activities performed by external partners, provides them with an access to the required resources and capabilities; therefore, allowing them to specialize in their core business.

«Energy group» adopts a similar strategy. Initially being a traditional fossil-fuel based

generating company it decided to move towards «greener» and more sustainable RES-based solutions. At the same time, realizing shifts in consumer requirement, the company started to develop new businesses – both related (demand management, electricity storage) and not related (infrastructure for electric vehicles) to its core business. Lacking the required expertise but having an established consumer base, the company decided to develop its ecosystem via collective R&D with external partners. In a similar manner to «HMS1» the company acts as a coordinator of activities performed by its partners involved in the development of complementary products and services (software development – including big data based analytical and management systems, platform solutions, etc.) while maintaining its core role within the ecosystem (collaborating with the consumer at single point of contact fashion).

Innovation strategy of «HMS3» is similar to that one adopted by «HMS1» – the company moved beyond pure manufacturing and started executing various collective innovative projects on «smart grids». Having a substantial expertise in equipment manufacturing and software development, the company acts as a coordinator of such projects – it develops high-level automation systems while its partners supply complementary offerings (electricity storage, RES-based generating equipment, etc.). These solutions are collectively developed in order to secure their compatibility and achieve potential synergies in terms of utilizing heterogeneous resources and expertise.

«HMS2» represents a unique case – being a pioneering company within the newly emerged segment of additive manufacturing it had no previously established partnerships or substantial R&D facilities. Therefore, its strategy was initially ecosystem-based. Specializing in detail optimization, 3-D printing and reverse engineering, the company is able to concentrate on these activities therefore securing its central role within the ecosystem and provide partners an access to its resources in order to develop complementary offerings (specific software, large scale manufacturing of previously engineered parts of the equipment, etc.). Open access to its resources and capabilities is

beneficial both for the company itself and its partners – the former is able to strengthen its position within the ecosystem (partners are «locked in» on its hardware) while the latter are able to benefit in terms of access to already established technology (they obviate the necessity to make their own developments).

Conclusion

This study is devoted to the analysis of innovation strategies adopted by companies within the Russian electric power sector during its transformation. In particular, it aims to outline the major innovation strategies chosen by companies within such conditions and to uncover which factors determine the choice of a particular innovation strategy with a particular emphasis on the role of IEs. Intended contribution is to provide managers with the conceptual decision-making framework for those cases when the transforming nature of the industry requires reconsideration of innovation strategies and adoption of more collaboration-centric approaches.

The conducted research revealed four prevailing innovation strategies adopted by the studied companies, namely (1) *contracts*, which imply «buyer-supplier» type of relations between a company and a set of its long-term partners; (2) *in-house developments*, when a company has substantial resources and capabilities for creating innovations and therefore does not require to collaborate with external partners; (3) *closed IEs*, which implies collective creation of innovations by leveraging resources and capabilities of external partners, however limiting their access to the available resources that are considered as a source of competitive advantage; (4) *open IEs*, when collaboration with external partners is considered as a key activity of the company which provides it with greater access to available resources.

At the same time, the choice of a particular innovation strategy by the studied companies is determined by two major factors: (1) goal perceived by a company (focus on the core business or market/product development) and (2) type of market it is aiming to operate at (current or new for a particular company). The studied companies adopt contracts in those

cases when they are focused on their core business and are not willing to enter new markets. Such companies do not tolerate risks and are focused on the incremental innovations within their existing solutions through procurement of necessary products and services from trusted providers.

In-house developments are used by well-established players of the industry aimed at product/market development at their current market. Such companies are self-sufficient in terms of developing innovative products and services – they have all the necessary resources and capabilities, which usually exceed those available on the market.

Closed IEs are created and developed by companies, which focus on their core business by the virtue of entering related markets with the great potential of future growth. Solutions collectively created by company and its external partners are closely related to its core business and are considered to be of supporting nature. Such products and services are based on valuable resources and therefore collaborations with partners are closely governed.

Open IEs are adopted in those cases when companies pursue the goal of entering a new market with great growth potential through product/market development. This dynamic environment provides companies with the possibility to utilize their key assets – consumer base and existing resources in order to take a central role within the ecosystem and coordinate activities performed by external partners. Companies provide external partners with an access to their resources and co-create innovative solutions, which are able to benefit the consumer. At the same time, provision of such access allows them to secure their proprietary role within the ecosystem. Moreover, complementary resources and capabilities of external partners create synergies for companies therefore creating another incentive to support the ecosystem.

Results of the present study contribute to a better understanding of the specificity of innovation strategies adopted by companies in Russian electric power sector during its transformation – IEs in particular. This study provides managers with the conceptual decision-making

framework for those cases when the transforming nature of the industry requires reconsideration of innovation strategies and adoption of a more collaboration-centric approaches. In

particular, it helps to understand which factors determine the choice of a particular innovation strategy (IE in particular) under the given conditions.

References

- Adner, R. (2006). Match your innovation strategy to your innovation ecosystem, *In Harvard Business Review*, 84 (4), 98–107.
- Adner, R. (2017). Ecosystem as structure: An actionable construct for strategy, *In Journal of Management*, 43 (1), 39–58.
- Adner, R., Kapoor, R. (2010). Value creation in innovation ecosystems: How the structure of technological interdependence affects firm performance in new technology generations, *In Strategic Management Journal*, 31, 306–333.
- Adner, R., Kapoor, R. (2016). Innovation ecosystems and the pace of substitution: Re-examining technology s-curves, *In Strategic Management Journal*, 37, 625–648.
- Aizenberg, N. I., Dzuba, S. A. (2020). Proiavlenie rynochnoi vlasti na rossiiskom rynke electroenergii [Market Power Evidence from Electricity Market of Russian Federation], *In EKO [ECO]*, 1, 102–126.
- Bogers, M., Zobel, A-K., Afuah, A., Almirall, E., Brunswicker, S., Dahlander, L., Frederiksen, L., Gawer, A., Gruber, M., Haefliger, S., Hagedoorn, J., Hilgers, D., Laursen, K., Magnusson, M. G., Majchrzak, A., McCarthy, I. P., Moeslein, K. M., Nambisan, S., Piller, F. T., Radziwon, A., Rossi-Lamastra, C., Sims, J., Ter Wal, A. L. J. (2017). The open innovation research landscape: established perspectives and emerging themes across different levels of analysis, *In Industry and Innovation*, 24 (1), 8–40.
- Cassiman, B., Veugelers, R. (2006). In Search of Complementarity in Innovation Strategy: Internal R&D and External Knowledge Acquisition, *In Management Science*, 52 (1), 68–82.
- Chiaroni, D., V. Chiesa, and F. Frattini. (2011). The Open Innovation Journey: How Firms Dynamically Implement the Emerging Innovation Management Paradigm, *In Technovation*, 31 (1), 34–43.
- Dattee, B, Alexy, O, Autio, E. (2018). Maneuvering in Poor Visibility: How Firms Play the Ecosystem Game When Uncertainty Is High, *In Academy of Management Journal*, 61 (2), 466–498.
- Davis, J. (2016). The Group Dynamics of Interorganizational Relationships: Collaborating with Multiple Partners in Innovation Ecosystems, *In Administrative Science Quarterly*, 61, 433–468.
- Dedehayir, O., Ortt, J., Seppänen, M. (2017). Disruptive change and the reconfiguration of innovation ecosystems, *In Journal of Technology Management & Innovation*, 12 (3), 9–20.
- Demircioglu, M.A. (2016). Organizational Innovation, *In Global Encyclopedia of Public Administration Public Policy and Governance*. Springer, Cham, Switzerland, 6298 p.
- Energy Strategy of Russia (2020). Available at: <https://minenergo.gov.ru/node/1026> (accessed 14 January 2021).
- Foss, K., Foss, N. J. (2005). Resources and Transaction Costs: How Property Rights Economics Furthers the Resource-based View, *In Strategic Management Journal*, 26 (6), 541–553.
- Foss, N. J., Laursen, K., Pedersen, T. (2011). Linking Customer Interaction and Innovation: The Mediating Role of New Organizational Practices, *In Organization Science*, 22 (4), 980–999.
- Foss, N. J., Lyngsie, J., Zahra, S. A. (2013). The Role of External Knowledge Sources and Organizational Design in the Process of Opportunity Exploitation, *In Strategic Management Journal*, 34 (12), 1453–1471.
- Gioia, D., Corley, K., Hamilton, A. (2012). Seeking Qualitative Rigor in Inductive Research: Notes on the Gioia Methodology, *In Organizational Research Methods*, 16, 15–31.
- Grigoriou, K, Rothaermel, F. T. (2014). Structural Microfoundations of Innovation: The Role of Relational Stars, *In Journal of Management*, 40 (2), 586–615.
- Holgersson, M., Granstrand, O., Bogers, M. (2018). The evolution of intellectual property strategy in innovation ecosystems: Uncovering complementary and substitute appropriability regimes, *In Long Range Planning*, 51, 303–319.

- Jacobides, M., Cennamo, C., Gawer, A. (2018). Towards a theory of ecosystems, *In Strategic Management Journal*, 38, 2255–2276.
- Khovalova, T.V. (2019). Innovatsii v elektroenergetike: vidy, klassifikatsiia i effecty vnedreniia [Innovations in the electric power industry: types, classification and effects of implementation], *In Strategicheskie resheniia & Risk-menedzhment [Strategic Decisions & Risk Management]*, 3, 274–283.
- Kleiner, G. B., Rybachuk, M. A., Karpinskaya, V. A. (2020). Razvitie ekosistem v finansovom sektore Rossii [Development of ecosystems in the financial sector of Russia], *In Upravlenets [The Manager]*, 4, 2–15.
- Kolloch, M., Dellermann, D. (2018). Digital innovation in the energy industry: The impact of controversies on the evolution of innovation ecosystems, *In Technological Forecasting & Social Change*, 136, 254–264.
- Langley, A. (1999). Strategies for theorizing from process data, *In Academy of Management Review*, 24, 691–710.
- Luo, J. (2018). Architecture and evolvability of innovation ecosystems, *In Technological Forecasting & Social Change*, 136, 132–144.
- Markova, V. M., Churashev, V.N. (2020). Detsentralizatsiia energetiki: integratsiia i innovatsii [Energy Decentralization: Integration and Innovation], *In EKO [ECO]*, 4, 8–27.
- Mazzucchelli, A., Chierici, R., Abbate, T., Fontana, S. (2019). Exploring the microfoundations of innovation capabilities. Evidence from a cross-border R&D partnership, *In Technological Forecasting & Social Change*, 146, 242–252.
- Nuruzzaman, N., Gaur, A. S., Sambharya, R. B. (2017). A microfoundations approach to studying innovation in multinational subsidiaries, *In Global Strategy Journal*, 9 (1), 92–116.
- Ritala, P., Agouridas, V., Assimakopoulos, D., Gies, O. (2013). Value creation and capture mechanisms in innovation ecosystems: a comparative case study, *In International Journal of Technology Management*, 63 (3/4), 244–267.
- Schueffel, P. (2015). Microfoundations of Open Innovation: The Antecedents of Openness and Innovation Performance, *In Academy of Management Annual Meeting Proceedings*, (1), 14019–14019.
- Spradley, J. (1979). Interviewing an informant, *In The Ethnographic interview*. Holt, Rinehart and Winston. New York, 247 p.
- Tavassoli, S., Karlsson, C. (2015). *Firms' Innovation Strategies Analyzed and Explained*. CESIS Electronic Working Paper Series Paper No. 396
- Yin, R. (2009). *Case Study Research Design and Methods (4th edition)*. Sage, Thousand Oaks, California, 219 p.
- Zubakin, V. A. (2019). Gosudarstvennoe stimulirovanie transformatsii elektroenergetiki [State stimulation of transformation of power industry], *In Strategicheskie resheniia & Risk-menedzhment [Strategic Decisions & Risk Management]*, 4, 320–329.