



ISSN 2712-7613 (print)  
ISSN 2712-7621 (online)



# ГЕОГРАФИЧЕСКАЯ СРЕДА И ЖИВЫЕ СИСТЕМЫ

GEOGRAPHICAL ENVIRONMENT and LIVING SYSTEMS

Эль-Ниньо 1997–1998 гг.  
и 2015–2016 гг. на фоне  
синхронизации сил тяготения  
Луны и Солнца в период  
экваториальных солнечных  
затмений

Применение методов  
системного анализа  
в исследовании лесных  
пожаров на территории  
Российской Федерации

Проблемы и перспективы  
территориального  
планирования формирующихся  
агломераций (на примере  
концепции развития  
Махачкалинской агломерации)

2021 № 1



# ГЕОГРАФИЧЕСКАЯ СРЕДА И ЖИВЫЕ СИСТЕМЫ

GEOGRAPHICAL ENVIRONMENT and LIVING SYSTEMS

---

Название журнала до января 2020 г.: Вестник Московского государственного  
областного университета. Серия: Естественные науки

---

## Рецензируемый научный журнал

Журнал включён в «Перечень рецензируемых научных изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук» Высшей аттестационной комиссии при Министерстве образования и науки Российской Федерации (см.: Список журналов на сайте ВАК при Минобрнауки РФ) по следующим научным специальностям: 25.00.23 – Физическая география и биогеография, география почв и геохимия ландшафтов (географические науки); 25.00.24 – Экономическая, социальная, политическая и рекреационная география (географические науки); 25.00.36 – Геоэкология (географические науки).

## The peer-reviewed journal

The journal is included by the Supreme Certifying Commission of the Ministry of Education and Science of the Russian Federation into "the List of leading reviewed academic journals and periodicals recommended for publishing in corresponding series basic research thesis results for a Ph.D. Candidate or Doctorate Degree" (See: the online List of journals at the site of the Supreme Certifying Commission of the Ministry of Education and Science of the Russian Federation). The journal features articles that comply with the content of such scientific specialties: 25.00.23 – Physical Geography and Biogeography, Geography of Soils and Geochemistry of Landscapes (Geographic Sciences); 25.00.24 – Economic, Social, Political and Recreation Geography (Geographic Sciences); 25.00.36 – Geoecology (Geographic Sciences).

---

ISSN 2712-7613 (print)

ISSN 2712-7621 (online)

---

2021 № 1

**Учредитель журнала**  
**«Географическая среда и живые системы / Geographical Environment and Living Systems»**

Государственное образовательное учреждение высшего образования Московской области  
Московский государственный областной университет

————— Выходит 4 раза в год —————

**Редакционная коллегия**

*Главный редактор:*

**Медведков А. А.** — к.г.н., Московский государственный университет имени М. В. Ломоносова

*Зам. главного редактора:*

**Арешидзе Д. А.** — к.б.н., Московский государственный областной университет

**Евдокимов М. Ю.** — к.г.н., доц., Московский государственный областной университет

*Ответственный секретарь:*

**Крылов П. М.** — к.г.н., доц., Московский государственный областной университет

*Члены редакционной коллегии:*

**Алексеев А. И.** — д.г.н., проф., Московский государственный университет имени М. В. Ломоносова; **Анвар Мухаммед Мушхид** — доктор наук, Университет Гуджарат (Пакистан); **Бакланов П. Я.** — ак. РАН, д.г.н., проф., Тихоокеанский институт географии ДВО РАН; **Васильев Н. В.** — д.х.н., проф., Московский государственный областной университет; **Галацкий Ливиу-Даниэль** — доктор наук, доц., Университет Овидиус (Румыния); **Гордеев М. И.** — д.б.н., проф., Московский государственный областной университет; **Демин Д. В.** — к.б.н., ФИЦ "Пушинский научный центр биологических исследований РАН"; **Емельянова Л. Г.** — к.г.н., доц., Московский государственный университет имени М. В. Ломоносова; **Захаров К. В.** — к.б.н., Московский государственный областной университет; **Катровский А. П.** — д.г.н., проф., Смоленский государственный университет; **Коницев А. С.** — д.б.н., проф.; **Кузнецов А. В.** — чл.-корр. РАН, д.э.н., Институт научной информации по общественным наукам (ИНИОН) РАН; **Лобжанидзе А. А.** — д.п.н., к.г.н., проф., Московский государственный педагогический университет; **Москаев А. В.** — к.б.н., Московский государственный областной университет; **Мурадов П. З.** — д.б.н., проф., Институт микробиологии Национальной академии наук Азербайджана (Азербайджан); **Ржепаковский И. В.** — к.б.н., доц., Северо-Кавказский федеральный университет; **Рязанова Н. Е.** — к.г.н., доц., Международный государственный институт международных отношений (Университет) МИД РФ; **Сава Дачиана** — доктор наук, доц., Университет Овидиус (Румыния); **Снытко В. А.** — чл.-корр. РАН, д.г.н., проф., Институт истории естествознания и техники имени С. И. Вавилова РАН; **Терентьев А. А.** — к.б.н., Институт проблем химической физики РАН; **Тимченко Л. Д.** — д.вет. н., проф., Северо-Кавказский федеральный университет; **Тушар Лоран** — доктор наук, Орлеанский университет (Франция); **Чернышенко С. В.** — д.б.н., к.ф.-м.н., проф., Университет Кобленц-Ландау (Германия); **Шумилов Ю. В.** — д.г.-м.н. проф.; **Якуцени С. П.** — к.г.-м.н., доц., АО "Геолэкспертиза"

**ISSN 2712-7613 (print)**

**ISSN 2712-7621 (online)**

Рецензируемый научный журнал «Географическая среда и живые системы / Geographical Environment and Living Systems» (название журнала до января 2020 г.: Вестник Московского государственного областного университета. Серия: Естественные науки) — печатное издание, публикующее статьи по эколого-географической проблематике, различным аспектам регионального развития, экологическим технологиям и методикам экологической оценки территорий, актуальным тенденциям охраны природы, общебиологическим вопросам и основным направлениям "зеленой" химии.

Журнал адресован российским и зарубежным ученым, докторантам, аспирантам и всем, интересующимся достижениями естественных наук в России и за рубежом.

Журнал «Географическая среда и живые системы / Geographical Environment and Living Systems» зарегистрирован в Федеральной службе по надзору за соблюдением законодательства в сфере массовых коммуникаций и охране культурного наследия. Регистрационный номер ПИ № ФС 77-73331 от 24.07.2018.

**Индекс журнала «Географическая среда и живые системы / Geographical Environment and Living Systems» по Объединённому каталогу «Пресса России» 40564**

Журнал включён в базу данных Российского индекса научного цитирования (РИНЦ), имеет полнотекстовую сетевую версию в Интернете на платформе Научной электронной библиотеки ([www.elibrary.ru](http://www.elibrary.ru)), с августа 2017 г. на платформе Научной электронной библиотеки «КиберЛенинка» (<https://cyberleninka.ru>), а также на сайте Московского государственного областного университета ([www.vestnik-mgou.ru](http://www.vestnik-mgou.ru)).

При цитировании ссылка на журнал «Географическая среда и живые системы / Geographical Environment and Living Systems» обязательна. Публикация материалов осуществляется в соответствии с лицензией Creative Commons Attribution 4.0 (CC-BY).

Ответственность за содержание статей несут авторы. Мнение автора может не совпадать с точкой зрения редколлегии журнала. Рукописи не возвращаются.

Географическая среда и живые системы / Geographical Environment and Living Systems. — 2021. — № 1. — 132 с.

© МГОУ, 2021.

© ИИУ МГОУ, 2021.

**Адрес редакции:**

105005, г. Москва, ул. Радио, д.10А, стр. 1, каб. 98

тел. +7 (495) 780-09-42 (доб. 6101)

e-mail: [info@vestnik-mgou.ru](mailto:info@vestnik-mgou.ru); сайт: [www.vestnik-mgou.ru](http://www.vestnik-mgou.ru)

**Founder of journal**  
**«Geographical Environment and Living Systems»**  
Moscow Region State University

————— Issued 4 times a year —————

**Editorial board**

*Editor-in-chief:* **A. A. Medvedkov** – Ph.D. in Geography, Lomonosov Moscow State University

*Deputy editor-in-chief:* **D. A. Areshidze** – Ph.D. in Biology, Moscow Region State University

**M. Yu. Evdokimov** – Ph.D. in Geography, Associate Professor, Moscow Region State University

*Executive secretary:* **P. M. Krylov** – Ph.D. in Geography, Associate Professor, Moscow Region State University

*Members of Editorial Board:* **A. I. Alekseev** – Doctor of Geography, Professor, Lomonosov Moscow State University; **Muhammad Mushahid Anwar** – Doctor of Sciences, Professor, Gujarat University (Pakistan); **P. Ya. Baklanov** – Member of RAS, Doctor of Geography, Pacific Geographical Institute Far-Eastern branch, Russian Academy of Sciences; **N. V. Vasil'ev** – Doctor of Chemical Sciences, Professor, Moscow Region State University; **Galatchi Liviu Daniel** – Doctor of Science, Ovidius University of Constanta; **M. I. Gordeyev** – Doctor of Biology, Professor, Moscow Region State University; **D. V. Demin** – PhD in Biology, Federal Research Center 'Pushchino Scientific Center for Biological Research of the Russian Academy of Sciences'; **L. G. Emalyanova** – Ph.D. in Geography, Associate Professor, Lomonosov Moscow State University; **K. V. Zakharov** – PhD in Biology, Moscow Region State University; **A. P. Katrovsky** – doctor of Geography, Professor, Smolensk State University; **A. S. Konichev** – Doctor of Biology, Professor; **A. V. Kuznetsov** – Corresponding Member of the Russian Academy of Sciences, Doctor of Economic Sciences, Institute of Scientific Information for Social Sciences of the Russian Academy of Sciences (INION RAN); **A. A. Lobzhanidze** – Doctor of Pedagogical Sciences, PhD in Geography, Professor, Moscow Pedagogical State University; **A. V. Moskaev** – Ph.D. in Biology, Moscow Region State University; **P. Z. Muradov** – Doctor of Biology, Professor, Institute of Microbiology of the National Academy of Sciences of Azerbaijan (Azerbaijan); **I. V. Rzhepakovsky** – PhD in Biology, Associate Professor, North-Caucasus Federal University; **N. E. Ryazanova** – PhD in Geography, Associate Professor, MGIMO University of the Russian Ministry of Foreign Affairs; **Sava Daciana** – Ph.D., Ovidius University of Constanta (Romania); **V. A. Snytko** – Corresponding Member of the Russian Academy of Sciences, Doctor of Geography, Professor, Institute for the History of Science and Technology of the Russian Academy of Sciences; **A. A. Terent'ev** – PhD in Biology, Institute of Problems of Chemical Physics of the Russian Academy of Sciences; **L. D. Timchenko** – Doctor of Veterinary Sciences, North-Caucasus Federal University; **Laurent Touchart** – Doctor of Sciences, University of Orléans (France); **S. V. Chernishenko** – Ph.D. in Physics and Mathematics, Doctor of Biology, Professor, University of Koblenz-Landau (Germany); **Yu. V. Shumilov** – Doctor of Geological and Mineralogical Sciences; **S. P. Yakutseni** – Candidate of Geological and Mineralogical Sciences, Associate Professor, Geolekspertiza

**ISSN 2712-7613 (print)**

**ISSN 2712-7621 (online)**

The reviewed scientific journal "Geographical Environment and Living Systems" (the title of the journal till 2020: "Bulletin of the Moscow Region State University. Series: Natural Sciences") is a printed edition that publishes articles on environmental and geographical issues, various aspects of regional development, environmental technologies and methods of environmental assessment of areas, current trends in nature conservation, general biological issues and the main directions of "green" chemistry.

The journal is addressed to Russian and foreign scientists, doctoral students, postgraduate students and everyone interested in the achievements of natural sciences in Russia and abroad.

The journal "Geographical Environment and Living Systems" is registered in Federal service on supervision of legislation observance in sphere of mass communications and cultural heritage protection. The journal is registered 07.24.2018, certificate ПИ № ФС 77-73331

**Index of the journal «Geographical Environment and Living Systems» according to the Union catalog «Press of Russia» 40564**

The journal is included into the database of the Russian Science Citation Index, has a full text network version on the Internet on the platform of Scientific Electronic Library ([www.elibrary.ru](http://www.elibrary.ru)), and from August 2017 on the platform of the Scientific Electronic Library "CyberLeninka" (<https://cyberleninka.ru>), as well as at the site of the Moscow Region State University ([www.vestnik-mgou.ru](http://www.vestnik-mgou.ru))

At citing the reference to journal "Geographical Environment and Living Systems" is obligatory. Scientific publication of materials is carried out in accordance with the license of Creative Commons Attribution 4.0 (CC-BY).

The authors bear all responsibility for the content of their papers. The opinion of the Editorial Board does not necessarily coincide with that of the author. Manuscripts are not returned.

Geographical Environment and Living Systems. – 2021. – № 1. – 132 p.

© MRSU, 2021.

© Moscow Region State University Editorial Office, 2021.

**The Editorial Board address:**

10A Radio st., office 98, Moscow 105005, Russia

Phones: +7 (495) 780-09-42 (add. 6101)

e-mail: [info@vestnik-mgou.ru](mailto:info@vestnik-mgou.ru); site: [www.vestnik-mgou.ru](http://www.vestnik-mgou.ru)

# СОДЕРЖАНИЕ

## ГЕОГРАФИЧЕСКИЕ НАУКИ

### ГЛОБАЛЬНЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ И ДИНАМИКА ГЕОСИСТЕМ

- Литвиненко Л. Н., Литвиненко В. В.* Эль-Ниньо 1997–1998 гг. и 2015–2016 гг. на фоне синхронизации сил тяготения Луны и Солнца в период экваториальных солнечных затмений. . . . . 6
- Тарко А. М., Курбатова А. И., Григорец Е. А.* Применение методов системного анализа в исследовании лесных пожаров на территории Российской Федерации . . . . . 17

### ПРИРОДНО-АНТРОПОГЕННЫЕ ПРОЦЕССЫ И ОХРАНА ЛАНДШАФТОВ

- Бортновский З. В.* Водный сток как индикатор ландшафтно-экологических условий бассейнов малых рек . . . . . 42
- Санин А. Ю.* К вопросу об антропогенной трансформации прибрежных зон рек Москвы. . . . . 53

### ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ГЕОГРАФИЯ И ВЫЗОВЫ ПРОСТРАНСТВЕННОГО РАЗВИТИЯ

- Крылов П. М., Митигами М., Семина И. А., Сидоров В. П., Филичкина Д. А.* Проблемы и перспективы территориального планирования формирующихся агломераций (на примере концепции развития Махачкалинской агломерации) . . . . . 70
- Волкова И. Н.* Тепличная отрасль хозяйства России и факторы, влияющие на её развитие и размещение. . . . . 93
- Требушкова И. Е., Полякова Н. О.* Географический анализ государственной политики на железнодорожном транспорте России . . . . . 110

# CONTENTS

## GEOGRAPHICAL SCIENCES

### GLOBAL CHANGES AND DYNAMICS OF GEOSYSTEMS

- L. Litvinenko, V. Litvinenko.* El Niño of 1997–1998 and 2015–2016 Compared to the Synchronization of the Gravitational Forces of the Moon and the Sun During the Equatorial Solar Eclipses. . . . . 6
- A. Tarko, A. Kurbatova, E. Grigorets.* System Analysis of Forest Fires in the Russian Federation. . . . . 17

### NATURAL AND ANTHROPOGENIC PROCESSES AND LANDSCAPE PROTECTION

- Z. Bortnovsky.* Runoff as an Indicator of Landscape-Ecological Conditions in Basins of Small Rivers . . . . . 42
- A. Sanin.* Anthropogenic Transformation of the Coastal Zones of the Rivers of Moscow . . . . . 53

### ECONOMIC GEOGRAPHY AND CHALLENGES OF SPATIAL DEVELOPMENT

- P. Krylov, M. Michigami, I. Semina, V. Sidorov, D. Felichkina.* Problems and Prospects for Territorial Planning of Emerging Agglomerations (on the Example of the Concept of the Development of the Makhachkala Agglomeration) . . . . . 70
- I. Volkova.* Greenhouse Industry of Russia and Factors Influencing its Development And Localization . . . . . 93
- I. Trebushkova, N. Polyakova.* Geographical Analysis of State Policy on Russian Railway Transport . . . . . 110

# ГЕОГРАФИЧЕСКИЕ НАУКИ

## ГЛОБАЛЬНЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ И ДИНАМИКА ГЕОСИСТЕМ

---

УДК: 551.590.2:551.515:556

DOI: 10.18384/2712-7621-2021-1-6-16

### **ЭЛЬ-НИНЬО 1997–1998 ГГ. И 2015–2016 ГГ. НА ФОНЕ СИНХРОНИЗАЦИИ СИЛ ТЯГОТЕНИЯ ЛУНЫ И СОЛНЦА В ПЕРИОД ЭКВАТОРИАЛЬНЫХ СОЛНЕЧНЫХ ЗАТМЕНИЙ**

***Литвиненко Л. Н., Литвиненко В. В.***

*Московский государственный областной университет  
141014, Московская обл., г. Мытищи, ул. Веры Волошиной, д. 24, Российская  
Федерация*

#### **Аннотация**

**Цель.** Выявить сходство причин формирования самых сильных в современной истории Эль-Ниньо 1997–1998 гг. и 2015–2016 гг., которые объединены 120, 125, 130 сериями Саросов солнечных затмений.

**Процедура и методы.** Изучены научные работы о причинах возникновения и классификации событий Эль-Ниньо. Проанализированы совпадения в траекториях экваториальных солнечных затмений в период заключительной фазы формирования Эль-Ниньо.

**Результаты.** Экстремальные события ЭНЮК, выделенные сотрудниками МГУ, распределились следующим образом: пятнадцать лет из восемнадцати с событиями Ла-Нинья (кроме 1955, 1965, 1976 гг.) были годами с двумя полярными затмениями и, как правило, предшествовали годам с Эль-Ниньо. Особенностью одиннадцати из двенадцати лет с январскими Эль-Ниньо (за исключением 1978 г.) являлось наличие траекторий солнечных затмений, проходящих через акваторию тропических и экваториальных районов Тихого или Индийского (с выходом на запад Тихого) океанов. В отдельные годы траектория затмения начиналась в Юго-Восточной Азии. Указанные различия астрономических событий в период формирования Эль-Ниньо и Ла-Нинья свидетельствуют о необходимости учитывать влияние сил небесной механики в виде синхронизации сил тяготения Луны и Солнца, и их достаточно сложную роль в земных процессах.

---

© СС ВУ Литвиненко Л. Н., Литвиненко В. В., 2021.

**Теоретическая и/или практическая значимость.** Причинами, формирующими запуск колебаний Маддена-Джулиана и аномальных западных ветров, которые являются необходимым условием для возникновения Эль-Ниньо, могут быть приливные силы Луны и Солнца и их синхронизация в течение месяца до и после момента затмения на западе Тихого океана, в Индийском океане, Юго-Восточной Азии. Силы тяготения в зависимости от конфигурации траектории затмения вовлекают воздушные массы в тропических и экваториальных широтах в аномальный западный перенос, с юго- или северо-западной составляющей. Полярные затмения в высоких широтах могут усиливать полусуточные приливы, создающие прибойные волны, и стать триггером к запуску изменения скорости и амплитуды волн Кельвина и Россби, особенно при смене полярных затмений на экваториальные.

**Ключевые слова:** Эль-Ниньо, роль небесной механики, траектория затмения, аномальный западный тропический перенос

## EL NIÑO OF 1997–1998 AND 2015–2016 COMPARED TO THE SYNCHRONIZATION OF THE GRAVITATIONAL FORCES OF THE MOON AND THE SUN DURING THE EQUATORIAL SOLAR ECLIPSES

*L. Litvinenko, V. Litvinenko*

*Moscow Region State University*

*24 Vera Voloshina ul., Mytishchi 141014, Moscow region, Russian Federation*

### **Abstract**

**Aim.** The work is aimed at revealing the similarity of the conditions for the appearance of the strongest modern El Niño of 1997–1998 and 2015–2016 (which are united by 120, 125, 130 Saros series of solar eclipses) years.

**Methodology.** Scientific works on the causes and classification of El Niño events are studied. The coincidences in the trajectories of equatorial solar eclipses during the final phase of the El Niño formation are analyzed.

**Results.** The extreme ENSO events identified by the MSU staff are distributed as follows: fifteen years out of eighteen with La Niña events (except for 1955, 1965, 1976) were years with two polar eclipses and, as a rule, preceded the years with El Niño. A feature of eleven out of twelve years with January El Niño (with the exception of 1978) was the presence of trajectories of solar eclipses, passing through the waters of the tropical and equatorial regions of the Pacific or Indian (with access to the west of the Pacific) oceans. In some years, the trajectory of the eclipse began in Southeast Asia. These differences in astronomical events during the formation of El Niño and La Niña indicate the need to take into account the influence of the forces of celestial mechanics in the form of synchronization of the gravitational forces of the Moon and the Sun, and their rather complex role in terrestrial processes.

**Research implications.** The reasons shaping the launch of Madden–Julian oscillations and abnormal westerly winds (which are a necessary condition for the emergence of El Niño), may be the tidal forces of the Moon and the Sun and their synchronization during the month, before and after the moment of the eclipse, in the western Pacific Ocean, in the Indian Ocean, in South-East Asia. Gravitational forces, depending on the configuration of the eclipse trajectory, involve

air masses in tropical and equatorial latitudes in an anomalous western transfer, with south- or north-western components. Polar eclipses at high latitudes can amplify polar tides, creating surf waves, and become a trigger to changes in the speed and amplitude of Kelvin and Rossby waves, especially when polar eclipses change to equatorial ones.

**Keywords:** El Niño, role of celestial mechanics, eclipse trajectory, anomalous western tropical transfer

### Введение

Эффект Эль-Ниньо и его геоэкологические последствия (нередко катастрофические) наиболее чётко выражены в Тихоокеанском регионе, особенно у берегов Южной Америки. Однако из-за аномальной и масштабной перестройки процессов в экваториальной части океана, а это около 20 000 км, или половина длины земного экватора, планетарное расположение барических центров действия атмосферы также претерпевает изменения. В результате даже на территории Русской равнины проявляются отклики глобального катаклизма. Дефолт в России в 1998 г. произошёл в основном по политическим причинам, но обвалу производства зерна до послевоенного уровня (47,8 млн т) в некоторой степени способствовала также и двухгодичная засуха, повторившаяся, как и в 1997 г., в зерновых районах страны.

По оценке американских специалистов, в США экономический ущерб от последствий Эль-Ниньо в 1997–1998 гг. оценивался в 33–35 млрд долларов, тогда как в 1982–1983 гг. он составил около 13 млрд долларов<sup>1</sup>.

Явление Эль-Ниньо в 2015–2016 гг. оказалось более сильным, что также прослеживалось в режиме температур и на европейской территории нашей страны. Однако более благоприятное для роста и развития озимых и яровых культур распределение температур по месяцам в значительной степени повлияло на существенное увеличение валового сбора зерна в 2016 г., наряду с подъёмом экономики относительно 1998 г. Особенностью 2016 г. и 1998 г. в большинстве месяцев была преимущественно положительная аномалия средних месячных температур, которая сопровождалась необычно сильными снегопадами зимой и засухой в тёплый период года. Например, в январе 2016 г. выпадало до 2–3 месячных норм осадков, а за половину суток – иногда более 20 мм снега, что считается опасным явлением погоды<sup>2</sup>. Значительному повышению средней температуры января 1998 г. (до +4°C) и февраля 2016 г. (до +6°C) предшествовала морозная погода в декабре и январе соответственно. Возврат аномальных холодов в эти годы отмечался и в конце осени, особенно в ноябре 1998 г.

<sup>1</sup> Эль-Ниньо 2015 г. войдет в тройку сильнейших природных феноменов / Голос русскоязычной Америки [сайт]. URL: <https://www.forumdaily.com/el-nino-2015-goda-vojdet-v-trojku-silnejshix-prirodnux-fenomenov/> (дата обращения: 23.02.2021).

<sup>2</sup> Основные погодно-климатические особенности, наблюдавшиеся на Северном полушарии Земли в 2016 г. / Обзоры погодно-климатических особенностей, наблюдавшихся в Северном полушарии в 2001–2018 гг.: Гидрометцентр России [сайт]. URL: <http://old.meteoinfo.ru/climate/climat-tab13/2016-climat-analysis> (дата обращения: 23.02.2021).

(до  $-3$ ,  $-7^{\circ}\text{C}$ ) и октябре–ноябре 2016 г. (до  $-1$ ,  $-2^{\circ}\text{C}$ ). В остальной период с марта по август аномалии температур были в основном положительными. В 1998 г. в июне температура воздуха в зерновых районах страны повышалась до  $40^{\circ}\text{C}$ , а отклонение средней месячной температуры от нормы составило  $+2$ ,  $+3^{\circ}\text{C}$ . В 2016 г. в марте, апреле и августе было очень жарко – на три градуса теплее обычного, но в мае температура понижалась до средних многолетних значений, а в июне не превышала их более, чем на  $1,5^{\circ}\text{C}$ .

Несмотря на предпосылки к снижению урожая в результате влияния на атмосферные процессы феномена Эль-Ниньо, прохладный май и умеренно жаркий июнь сгладили их и создали благоприятные условия для налива зерна. Кроме того, рост посевных площадей почти за двадцатилетний период укрепления сельского хозяйства способствовал получению максимального валового сбора зерна в России (120,7 млн т).

Сложность предсказания катастрофического явления Эль-Ниньо связана с неперIODичностью его проявления. Однако последовательное событие необычайно сильных Эль-Ниньо 1997–1998 гг. и 2015–2016 гг., которые разделены восемнадцатилетним периодом, позволяет предположить, что периодичность в наступлении этого явления всё-таки существует, но она в значительной степени нарушается из-за взаимодействия множества физико-географических и астрономических компонентов.

Мировой океан, площадь которого составляет 71% земной поверхности планеты ( $361$  млн  $\text{km}^2$ ), играет особую роль в процессах географической обо-

лочки. Благодаря аномальным свойствам воды (высокие скрытая теплота парообразования и плавления льда, теплоёмкость, аномалия плотности при замерзании, альbedo и др.) здесь осуществляется глобальный механизм трансформации энергии и обмена веществ. Он поддерживается неравномерным по широтам нагревом поверхностных вод и атмосферы солнечной радиацией. Температура поверхности океана, теплосодержание толщи воды, морские течения, солёность, ледовитость играют основную роль в климатообразовании планеты. Непрерывное движение воды как в горизонтальном, так и в вертикальном направлениях обеспечивает единство водной массы океана.

Течения – это движущийся поток водных масс в морях и океанах, имеющий определенное направление, глубину и скорость. Движение воды в океане связано с движением земной коры, воздушных масс, вращением Земли вокруг своей оси, притяжением Луны и Солнца, солёностью, температурой, распределением суши и моря, рельефом дна, силой трения. По происхождению выделяют фрикционные (дрейфовые), градиентно-гравитационные и приливные течения. На Земном шаре преобладают фрикционные течения, созданные постоянными или временными ветрами (дрейфовые или ветровые течения). Скорость их течения в несколько раз меньше скорости создающего их ветра.

Центры действия атмосферы являются не только очагами формирования различных типов воздушных масс, но и причиной формирования больших и малых колец круговых течений в Мировом океане.

В циркуляции течений Мирового океана могут возникать нарушения. В Тихом океане, наиболее выражено с интервалом от 2-х до 8 лет, проявляется явление Эль-Ниньо. Первые сведения о нём получили испанцы. В обычных условиях на юго-востоке Тихого океана господствует область повышенного давления, на западе – пониженного. Пассаты гонят поверхностные воды в западном направлении, формируя Северное и Южное Пассатные течения. Вдоль берегов Южной Америки движется холодное Перуанское течение. В западной части океана образуется обширная область с повышенной температурой воды.

В период Эль-Ниньо в течение пяти и более месяцев в восточной части океана идёт формирование аномально прогретых вод (на 0,5–1° С выше нормы). Так как этот процесс обычно приходится на католическое Рождество, явление Эль-Ниньо ассоциируют с «рождением младенца». Явление Эль-Ниньо влияет на циркуляцию всей планеты, но особенно – Тихоокеанского региона. Зима в умеренных широтах Северной Америки становится теплее. В субтропических широтах выпадает значительное количество осадков, происходят наводнения. Засуха в западных районах Тихого океана в Австралии и Индонезии часто сопровождается лесными пожарами. У побережья Перу и Чили с приходом теплых водных масс исчезает апвеллинг. Исчезновение апвеллинга, вызывавшего поднятие холодных глубинных вод, уменьшает количество планктона, который привлекал сюда огромные косяки анчоуса и более крупных рыб. Косяки рыбы уходят в другие районы океана. Нарушаются пищевые цепи, гибнут птицы, уменьшаются размеры

улова, появляются проблемы в работе рыбной промышленности. Возникает угроза голода.

Первоначально причиной возникновения Эль-Ниньо считали падение атмосферного давления на востоке Тихого океана (остров Таити), и его рост на западе (порт Дарвин). Первым термин «Южное Колебание» ввёл британский учёный Гилберт Волкер (Уолкер) в 1924 г. Оказалось, что эти «гигантские качели» давления определяют характер погоды не только в Тихом океане, но и других регионах.

Современные космические и наземные исследования, а также возможные численного моделирования позволили ученым Института океанологии им. П. П. Ширшова РАН и другим исследователям сделать вывод, что инициировать явление Эль-Ниньо могут полюсные приливы [8] и океанические волны Россби, которые бегут вдоль поверхности термоклина, разделяющего тёплый верхний и холодный нижний слои океана [1]. А. Л. Бондаренко установил, что связь между температурой воды поверхности океана и среднеквадратической (за половину года) величиной скорости движения волн Россби достаточно высокая [1].

Атмосферные волны Россби образуются из-за сдвига вихревых потоков и различия действия силы Кориолиса на разных широтах. Эти «бегущие» волны обнаружены также в океанах и в атмосферах других планет. Впервые они были описаны Карлом-Густавом Россби в атмосфере Земли в 1939 г.

Некоторые исследователи считают, что волны Кельвина, как и Россби, могут быть первопричиной Эль-Ниньо. Согласно Д. Ю. Гущиной [2], механизм влияния интенсификации колебаний

Маддена-Джулиана и волн Россби на Эль-Ниньо реализуется через аномальные западные ветры. В результате возникает океаническая волна Кельвина с заглубленным термоклином, которая при каноническом (по Д. Ю. Гущиной) Эль-Ниньо достигает побережья Южной Америки в конце календарного года, вызывая потепление поверхностных вод.

Неустойчивость Кельвина-Гельмгольца при наличии боковой границы порождает длинные гравитационные поверхностные и внутренние волны. А. Л. Бондаренко<sup>1</sup> пришёл к выводу, что в Тихом океане в периодах, где волны Кельвина и Россби выстраиваются в стройные модуляции, идёт развитие Ла-Нинья, при уменьшении волн в модуляциях идёт развитие слабого Эль-Ниньо, а при разрушении модуляций – формирование сильного Эль-Ниньо.

Учёные Д. М. Сонечкин [9] и Н. С. Сидоренков [12] высказали идеи, что на Южное колебание (ЭНЮК) влияют силы, связанные с лунно-солнечной нутацией оси вращения Земли, 11-летним циклом солнечной активности и чандлеровским колебанием полюсов Земли (период около 1,2 года).

Помимо указанных причин, вероятно, необходимо учитывать моменты синхронизации сил тяготения Луны и Солнца в Тихом океане в период солнечных затмений и их конфигурацию между затмениями. Сезонные синоптические процессы на планете были бы однотипными из-за практически постоянных на современном этапе климатообразующих факторов (широта, удалённость от океана, распределение

суши и моря, высота и расположение рельефообразующих систем, характер подстилающей поверхности), если бы не влияние астрономических причин (силы тяготения Луны и Солнца, солнечная активность и др.). Роль влияния основных лунно-солнечных циклов и ускорения движения Луны на угловую скорость суточного вращения Земли, моменты перестроек элементарных естественных синоптических периодов Б. П. Мультиановского давно изучаются Н. С. Сидоренковым [10; 11].

Эль-Ниньо 2015–16 гг. считают сильнейшим в истории наблюдений, температура поверхности воды в центральной части Тихого океана превысила средний показатель на 3,1°C, тогда как 1997–1998 гг. – на 2,8°C. По сообщениям учёных, в 2015 г. пустыня Атакама цвела дважды. Это были самые зрелищные цветения за последние 18 лет. 1997–1998 гг. и 2015–2016 гг. объединены 120, 125, 130 сериями Саросов солнечных затмений. Через сарос (18 лет и 11 дней) конфигурации положения Луны, Земли и Солнца приблизительно повторяются, но траектория солнечного затмения сдвигается по поверхности планеты к западу, а также в направлении север – юг (рис. 1). Движение тени солнечного затмения – это визуальная траектория суммарного вектора сил тяготения Луны и Солнца (влияние Луны в 2,2 раза сильнее). Сходство в траекториях затмений может проследиваться и с интервалом в 11 и 29 лет, что связано с распределением серий Саросов в «СИ-панораме» (СаросИнекс-панораме)<sup>2</sup>.

<sup>1</sup> Бондаренко А. Л. Закономерности формирования явления Эль-Ниньо – Ла-Нинья [Электронный ресурс]. URL: <http://www.randewy.ru/gml/ninjo.html> (дата обращения 23.02.2021).

<sup>2</sup> F. Espenak. Periodicity of Solar Eclipses / NASA Eclipse Web-Site [сайт]. URL: <https://eclipse.gsfc.nasa.gov/SEsaros/SEperiodicity.html> (дата обращения: 23.02.2021).

Интервал, кратный 18 годам (18, 36, 54 и т. д.), проявляется в формировании однотипных атмосферных процессов, например, в наступлении сильнейших весенне-летних засух 1921 г. и 1975 г. (разность – 54 года; 118, 121 серии саросов солнечных затмений), летних засух 1954 г. и 1972 г. (18 лет, 126 серия саросов солнечных затмений), и побивших вековые рекорды температуры на Русской равнине засух 1938 г. и 2010 г. (72 года, 146 серия саросов солнечных затмений) [3], а также катастрофических весенних половодий на Днестре, как следствие многоснежных, продолжительных и морозных зим 1888 г. и 1942 г. (54 года; 148, 115, 153 серии Саросов солнечных затмений), 1877 г., 1895 г., 1931 г. (18, 36, 54 года; 147, 114, 152 серии Саросов солнечных затмений) и др. [4].

Во время возникновения «канонических» Эль-Ниньо 1997–1998 гг. и 2015–2016 гг., как их называет Д. Ю. Гущина, отмечались по два (9 марта и 2 сентября; 20 марта и 13 сентября, соответственно, в 1997 г. и 2015 г.) полярных затмения, которые проходили в *предшествующий* весенне-летне-осенний период развития события, и одно экваториальное затмение *в завершающей его стадии* (26 февраля и 9 марта, соответственно, в 1998 г. и 2016 г.).

Полярные затмения в высоких широтах могут усиливать полярные приливы, создающие прибойные волны [8], и стать триггером к запуску изменения скорости и амплитуды волн Кельвина и Россби, особенно при смене полярных затмений на экваториальные. В 2016 г. траектория экваториального затмения охватывала большую часть Тихого океана и была смещена от экватора в тропические широты

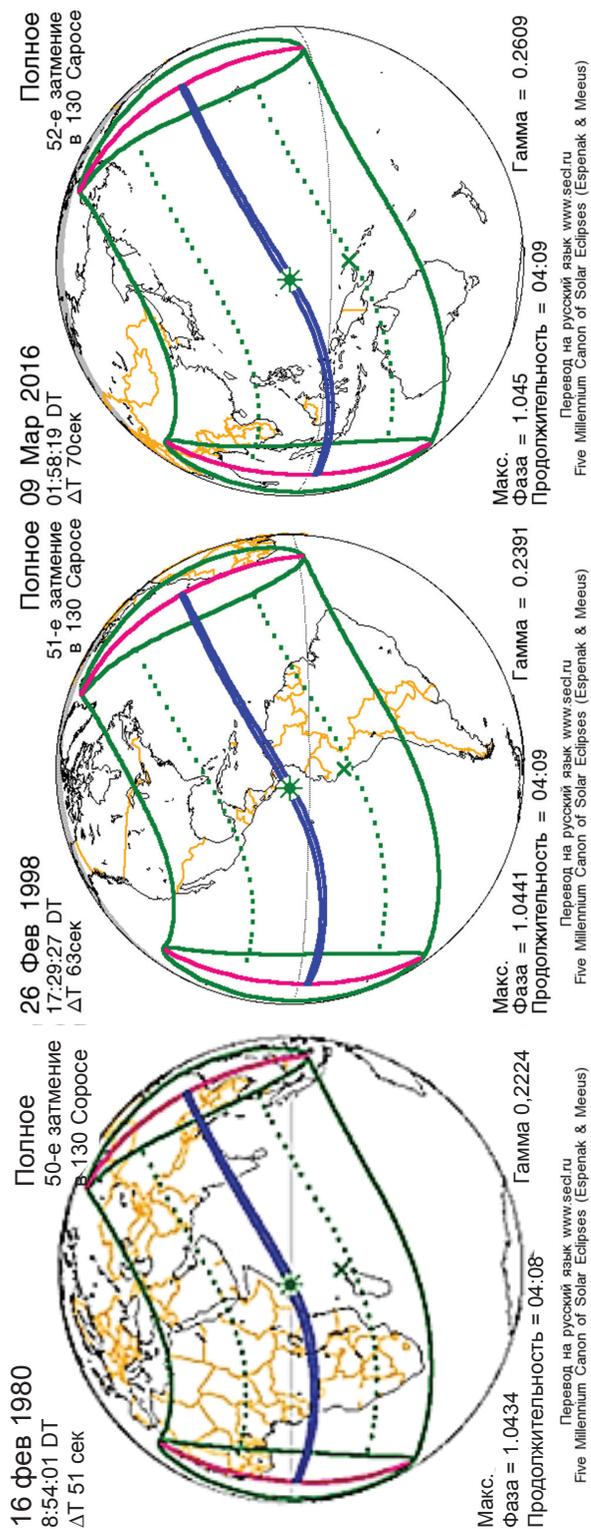
Северного полушария (рис. 1), что, возможно, создало условия для формирования очага аномально более тёплых вод в этом регионе, чем в 1998 г.

### Заключение

Повторяемость экстремальных погодных условий [5; 6; 13] с периодичностью, кратной 18 годам, объясняется орбитальными причинами, которые косвенно характеризуются прохождением тени солнечных затмений по поверхности Земного шара. В случае с феноменом Эль-Ниньо нужно рассматривать не сам восемнадцатилетний период, хотя он присутствует в его повторяемости, а причины, формирующие запуск колебаний Маддена-Джулиана и аномальных западных ветров, которые являются необходимым условием для возникновения Эль-Ниньо [2]. Ими могут быть приливные силы Луны и Солнца и их синхронизация в течение полумесяца до и после момента затмения на западе Тихого океана, в Индийском океане, Юго-Восточной Азии. Силы тяготения в зависимости от конфигурации траектории затмения вовлекают воздушные массы в тропических и экваториальных широтах в аномальный западный перенос с югоили северо-западной составляющей.

Для синоптического исследования экстремальных событий ЭНЮК за период 1958–1998 гг. В. С. Платонов [7] использовал классификацию М. А. Петросянца и Д. Ю. Гущиной при выделении тёплых и холодных фаз этого явления. Случаев, когда в январе наблюдалось Эль-Ниньо и Ла-Нинья, оказалось соответственно 12 и 18.

Необходимо отметить, что из 18 лет с событиями Ла-Нинья пятнадцать лет (кроме 1955, 1965, 1976 гг.) были года



**Рис.1 / Fig. 1.** Траектория полных солнечных затмений 130-го Сароса в 1980, 1998, 2016 годах<sup>1</sup> / The trajectory of total solar eclipses of 130th Saros in 1980, 1998, 2016<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Каталог солнечных затмений / Полное солнечное затмение [сайт]. URL: [http://www.secl.ru/eclipse\\_catalog.html](http://www.secl.ru/eclipse_catalog.html) (дата обращения: 23.02.2021).

ми с двумя полярными затмениями и, как правило, предшествовали годам с Эль-Ниньо.

Особенностью одиннадцати из двенадцати лет с январскими Эль-Ниньо (за исключением 1978 г.) являлось наличие траекторий солнечных затмений, проходящих через акваторию тропических и экваториальных районов Тихого или Индийского (с выходом на запад Тихого) океанов. В отдельные годы траектория затмения начиналась в Юго-Восточной Азии.

Указанные различия астрономических событий в период формирования Эль-Ниньо и Ла-Нинья свидетельствуют о необходимости учитывать влияние сил небесной механики в виде синхронизации сил тяготения Луны и Солнца, и их достаточно сложную роль в земных процессах, что важно для предупреждения негативных экономических и экологических последствий для многих регионов мира.

*Статья поступила в редакцию 16.12.2020*

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Бондаренко А. Л. Эль-Ниньо – Ла-Нинья: механизмы формирования // Природа. 2006. № 5 (1089). С. 39–47.
2. Гущина Д. Ю. Модификация Эль-Ниньо в условиях меняющегося климата: мониторинг, причины, удаленный отклик: автореф. дисс. докт. географических наук. М., 2014. 50 с.
3. Литвиненко Л. Н. Закономерность или случайность в совпадении динамики аномалий средних декадных температур 1951 и 1969, 1990 и 2008 годов? // Система “Планета Земля”. 200 лет со дня рождения И. И. Срезневского: 100 лет со дня издания его словаря древнерусского языка. М.: ЛЕНАНД, 2012. С. 292–304.
4. Литвиненко Л. Н., Литвиненко В. В. Катастрофические половодья на Днепре в период полярных солнечных затмений // Вестник Московского государственного областного университета. Серия: Естественные науки. 2018. № 3. С. 23–38.
5. Литвиненко Л. Н., Литвиненко В. В. Колебание Фернау и ритмы лет с четырьмя полярными затмениями за последние два тысячелетия // Географическая среда и живые системы. 2020. № 1. С. 7–30.
6. Литвиненко Л. Н., Литвиненко В. В., Морева В. О. Об аналогах холодного июля 2019 года // Добродеевские чтения – 2019. Сборник научных трудов III Международной научно-практической конференции. М.: Издательство Московского государственного областного университета, 2019. С. 106–111.
7. Платонов В. С. Синоптические аспекты формирования крупномасштабных аномалий погоды и климата в низких широтах в период экстремальных событий явления Эль-Ниньо – Южное Колебание: автореф. дисс. канд. географических наук. М., 2012. 37 с.
8. Серых И. В., Сонечкин Д. М. О влиянии полюсного прилива на Эль-Ниньо // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2016. Т. 13. №2. С. 44–52.
9. Серых И. В., Сонечкин Д. М. Хаос и порядок в атмосферной динамике часть 2. Междугодовые ритмы Эль-Ниньо – южного колебания // Известия высших учебных заведений. Прикладная нелинейная динамика вузов. 2017. Т. 25. № 5. С. 5–25.
10. Сидоренков Н. С. Атмосферные процессы и вращение Земли. СПб.: Гидрометеоиздат, 2002. 365 с.
11. Сидоренков Н. С. Небесно-механические причины изменений погоды и климата // Геофизические процессы и биосфера. 2015. Т. 14. № 3. С. 5–26.

12. Сидоренков Н. С. Феноменология и природа Эль-Ниньо // Система “Планета Земля” (“Нетрадиционные вопросы геологии”). Геологический факультет Московского государственного университета им. М. В. Ломоносова. М.: Гармония строения Земли и планет, 2003. С. 157.
13. Modern warming, medieval and ancient optimums as the result of orbital changes in the Earth-Moon-Sun system // Innovative Technologies in Science and Education (ITSE-2020). E3S Web of Conferences. Vol. 210, № 02008 (2020). P. 1–11. [Электронный ресурс]. URL: <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202021002008> (дата обращения: 23.02.2021).

#### REFERENCES

1. Bondarenko A. L. [El Niño and La Niña: formation mechanisms]. In: *Priroda* [Nature], 2006, no. 5 (1089), pp. 39–47.
2. Gushchina D. Yu. *Modifikatsiya El'-Nin'o v usloviyakh menyayushchegosya klimata: monitoring, prichiny, udalennyi otklik: Avtoref. diss.dokt. geograficheskikh nauk* [El Niño modification in changing climate: monitoring, causes, and remote response: Abstract of Doctoral Thesis in Geographical Sciences]. Moscow, 2014. 50 p.
3. Litvinenko L. N. [Is it a pattern or an accident in the coincidence of the dynamics of anomalies of the average decadal temperatures of 1951 and 1969, 1990 and 2008?]. In: *Sistema "Planeta Zemlya". 200 let so dnya rozhdeniya I. I. Sreznevskogo: 100 let so dnya izdaniya ego slovarya drevnerusskogo yazyka* [“The Planet Earth” system. 200 years since the birth of I. I. Sreznevsky: 100 years since the publication of his dictionary of the Old Russian language]. Moscow, LENAND Publ., 2012, pp. 292–304.
4. Litvinenko L. N., Litvinenko V. V. [Catastrophic floods on the Dnieper River during the polar solar eclipses]. In: *Vestnik Moskovskogo gosudarstvennogo oblastnogo universiteta. Seriya: Estestvennye nauki* [Bulletin of the Moscow Region State University. Series: Natural Sciences], 2018, no. 3, pp. 23–38.
5. Litvinenko L. N., Litvinenko V. V. [The Fernau oscillation and the rhythms of the years with four polar eclipses over the past two millennia]. In: *Geograficheskaya sreda i zhivye sistemy* [Geographic Environment and Living Systems], 2020, no.1, pp. 7–30.
6. Litvinenko L. N., Litvinenko V. V., Moreva V. O. [About analogs of cold July of 2019]. In: *Dobrodeevskie chteniya – 2019: sbornik nauchnykh trudov III Mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii* [Dobrodeev readings – 2019: Collection of scientific papers of the III International Scientific and Practical Conference]. Moscow, Moscow Region State University Publ., 2019, pp. 106–111.
7. Platonov V. S. *Sinopticheskie aspekty formirovaniya krupnomasshtabnykh anomalii pogody i klimata v nizkikh shirotakh v period ekstremal'nykh sobytii yavleniya El'-Nin'o – Yuzhnoe Kolebanie: Avtoref. diss.kand. geograficheskikh nauk* [Synoptic aspects of the formation of large-scale weather and climate anomalies in low latitudes during extreme events of the El Niño – Southern oscillation phenomenon: Abstract of the PhD Thesis in Geographical Sciences]. Moscow, 2012. 37 p.
8. Serykh I. V., Sonechkin D. M. [On the impact of the pole tide on El Niño]. In: *Sovremennye problemy distantsionnogo zondirovaniya Zemli iz kosmosa* [Modern problems of remote sensing of the Earth from space], 2016, vol. 13, no. 2, pp. 44–52.
9. Serykh I. V., Sonechkin D. M. [Chaos and order in atmospheric dynamics part 2. Interperiod rhythms of the El Niño – Southern oscillation]. In: *Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedenii. Prikladnaya nelineinaya dinamika* [News of higher educational institutions. Applied nonlinear dynamics], 2017, vol. 25, no.5, pp. 5–25.
10. Sidorenkov N.S. *Atmosfernyye protsessy i vrashchenie Zemli* [Atmospheric processes and the Earth's rotation]. Saint Petersburg, Gidrometeoizdat Publ., 2002. 365 p.

11. Sidorenkov N.S. [Celestial-mechanical causes of weather and climate changes]. In: *Geofizicheskie protsessy i biosfera* [Geophysical processes and the biosphere], 2015, vol. 14, no. 3, pp. 5–26.
12. Sidorenkov N. S. [The phenomenology and nature of El Niño]. In: *Sistema "Planeta Zemlya" ("Neftraditsionnye voprosy geologii")*. *Geologicheskii fakul'tet Moskovskogo gosudarstvennogo universiteta im. M. V. Lomonosova* [The system "Planet Earth" ("Non-traditional problems of geology"). Faculty of Geology, Lomonosov Moscow State University]. Moscow, Garmoniya stroeniya Zemli i planet Publ., 2003, p. 157.
13. Modern warming, medieval and ancient optimums as the result of orbital changes in the Earth-Moon-Sun system. In: *Innovative Technologies in Science and Education (ITSE-2020)*. E3S Web of Conferences, vol. 210, no. 02008 (2020), pp. 1–11. Available at: <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202021002008> (accessed: 23.02.2021).

---

### ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

*Литвиненко Лариса Николаевна* – кандидат географических наук, доцент кафедры физической географии, природопользования и методики преподавания географии географо-экологического факультета Московского государственного областного университета; e-mail: [larisa-litvinenko@yandex.ru](mailto:larisa-litvinenko@yandex.ru)

*Литвиненко Виктория Вячеславовна* – старший преподаватель кафедры физической географии, природопользования и методики преподавания географии географо-экологического факультета Московского государственного областного университета; e-mail: [litvinenko17@yandex.ru](mailto:litvinenko17@yandex.ru)

### INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

*Larisa N. Litvinenko* – Cand. Sci. (Geography), associate professor at the Department of Physical Geography, Environmental Management and Methods of Teaching Geography, Moscow Region State University; e-mail: [larisa-litvinenko@yandex.ru](mailto:larisa-litvinenko@yandex.ru)

*Viktoriya V. Litvinenko* – senior lecturer of the Department of Physical Geography, Environmental Management and Methods of Teaching Geography, Moscow Region State University; e-mail: [litvinenko17@yandex.ru](mailto:litvinenko17@yandex.ru)

---

### ПРАВИЛЬНАЯ ССЫЛКА НА СТАТЬЮ

Литвиненко Л. Н., Литвиненко В. В. Эль-Ниньо 1997–1998 г. и 2015–2016 г. на фоне синхронизации сил тяготения Луны и Солнца в период экваториальных солнечных затмений // Географическая среда и живые системы. 2021. № 1. С. 6–16.  
DOI: 10.18384/2712-7621-2021-1-6-16

### FOR CITATION

Litvinenko L.N., Litvinenko V.V. El Niño of 1997–1998 and 2015–2016 compared to the synchronization of the gravitational forces of the moon and the sun during the equatorial solar eclipses. In: *Geographical Environment and Living Systems*, 2021, no. 1, pp. 6–16.  
DOI: 10.18384/2712-7621-2021-1-6-16

УДК 630\*430

DOI: 10.18384/2712-7621-2021-1-17-41

## ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДОВ СИСТЕМНОГО АНАЛИЗА В ИССЛЕДОВАНИИ ЛЕСНЫХ ПОЖАРОВ НА ТЕРРИТОРИИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

*Тарко А. М.<sup>1</sup>, Курбатова А. И.<sup>2</sup>, Григорец Е. А.<sup>2</sup>*

<sup>1</sup> *Вычислительный центр им. А. А. Дородницына Российской академии наук  
Федерального исследовательского центра «Информатика и управление»  
Российской академии наук  
119333, г. Москва, ул. Вавилова, д.44, корп. 2, Российская Федерация*

<sup>2</sup> *Российский университет дружбы народов  
117198, Россия, г. Москва, ул. Миклухо-Маклая, д. 6, Российская Федерация*

### **Аннотация.**

**Цель.** Исследовать динамику лесных пожаров в России и её субъектах, а также эмиссии CO<sub>2</sub> за период с 2001 по 2019 гг. для оценки связи между глобальным потеплением и лесными пожарами.

**Процедура и методы.** Проведён анализ опубликованных материалов и статистических источников. На базе данных дистанционного зондирования Земли из космоса, а именно данных MODIS, проведено исследование динамики лесных пожаров в России и её субъектах. Наборы данных обработаны с использованием ПО QGIS и библиотек Python. Выбросы CO<sub>2</sub> проанализированы на базе наборов данных о пожарах Global Fire Emissions Database с применением методов системного анализа и математического моделирования. Математическое моделирование глобального цикла CO<sub>2</sub> выполнено с использованием глобальной пространственной модели А. М. Тарко по двум сценариям, с учётом: индустриальных выбросов и лесных пожаров; индустриальных выбросов и вырубок лесов.

**Результаты.** Выявлено, что за период с 2001 по 2019 гг. максимум эмпирических функций распределения площадей сгоревших лесов во всех федеральных округах смещен в сторону минимальных значений, из чего следует, что увеличение ежегодных площадей лесных пожаров в России и её субъектах происходит при общем уменьшении их количества. Наибольшее количество статистически значимых коэффициентов корреляции наблюдается в Центральном федеральном округе. Продемонстрирована прямая зависимость площадей лесных пожаров от средней годовой температуры и обратная – от среднего годового количества осадков. Отмечен рост массы сгоревшего сухого вещества и эмиссии CO<sub>2</sub> в результате пожаров на 90% в 2019 по сравнению с 2001 гг., в том числе в результате лесных пожаров – на 167%. Математическое моделирование глобального цикла CO<sub>2</sub> в биосфере показало положительную обратную связь между глобальным потеплением и лесными пожарами.

**Теоретическая и/или практическая значимость.** Проведенное исследование представляют собой актуальную базу для проведения дальнейшего анализа по изучению динамики лесных пожаров в России, их последствий как для биогеохимического цикла углерода, так и для экологических функций лесных сообществ.

**Ключевые слова:** лесной пожар, дистанционное зондирование, эмпирическая функция распределения, глобальное потепление, климатические аномалии, математическое моделирование, глобальный цикл двуокиси углерода

## SYSTEM ANALYSIS OF FOREST FIRES IN THE RUSSIAN FEDERATION

**A. Tarko<sup>1</sup>, A. Kurbatova<sup>2</sup>, E. Grigorets<sup>2</sup>**

*1 Institution of Russian Academy of Sciences Dorodnicyn Computing Centre of RAS  
44 str. 2, ul. Vavilova, Moscow 119333, Russian Federation*

*2 Peoples' Friendship University of Russia  
6 ul. Miklukho-Maklaya, Moscow 6117198, Russian Federation*

### Abstract

**Aim.** The dynamics of forest fires in Russia and its regions and CO<sub>2</sub> emissions from 2001 to 2019 are investigated to assess the relationship between global warming and forest fires.

**Methodology.** The published materials and statistical sources are analyzed and the databases on fires are studied. The dynamics of forest fires in Russia and its regions is examined on the basis of remote sensing data from the Earth (MODIS data). The datasets are processed using QGIS software and Python libraries. CO<sub>2</sub> emissions are analyzed using the Global Fire Emissions Database fire datasets using system analysis and mathematical modeling. Mathematical modeling of the global CO<sub>2</sub> cycle is carried out using the global spatial model of A. M. Tarko under two scenarios – taking into account industrial emissions and forest fires and taking into account industrial emissions and deforestation.

**Results.** It is found that for the period from 2001 to 2019, the maximum increase in the empirical distribution functions of the areas of burnt forests in all federal districts is shifted towards the minimum values, which implies an increase in the annual areas of forest fires in Russia and its constituent entities, with a general decrease in their number. The largest number of statistically significant correlation coefficients is observed in the Central Federal District. The direct dependence of the areas of fires on the average annual temperature and inverse dependence on the average annual amount of precipitation is demonstrated. It is revealed that the burnt dry matter and CO<sub>2</sub> emissions from fires increased by 90% in 2019 compared to 2001. An increase by 167% is found if forest fires are taken into account. Mathematical modeling of the global CO<sub>2</sub> cycle in the biosphere demonstrates a positive feedback between global warming and forest fires.

**Research implications.** The conducted research is an actual basis for the further study of the dynamics of forest fires in Russia, as well as for the ecological functions of forest communities.

**Keywords:** forest fires, remote sensing, empirical distribution function, global warming, climate anomalies, mathematical modeling, global carbon dioxide cycle.

## Введение

Исследование пожаров находится на стыке нескольких наук: биологических, географических, экологических, экономических и др. В настоящее время при экономическом анализе развития региона или страны нельзя не учитывать влияние пожаров на природные факторы, а при анализе динамики природных процессов необходимо оценивать влияние пожаров на экономические процессы. Необходимо исследовать нарушение биогеохимических циклов, прежде всего цикла  $\text{CO}_2$ , в тоже время оценивая степень выполнения обязательств в рамках Парижского климатического соглашения 2015 г. В течение последних лет пожары стали элементом глобального развития биосферы, фактором, который необходимо учитывать при анализе глобального потепления и выборе действий для его ослабления.

Данные показывают<sup>1</sup> [4], что с годами лесных пожаров становится больше, масштаб их воздействия также увеличивается. Очевидно, что глобальное потепление является одной из причин такого увеличения. Проблема пожаров состоит не только в том, что борьба с ними становится все более дорогостоящей, а разрушения от них увеличиваются. Пожары стали одним из факторов мирового развития, прежде всего по причине ущерба, нанесенного населению и хозяйству, а также в связи с продолжающимися тенденциями глобального потепления и предпринимаемыми мерами для его ослабления.

<sup>1</sup> Рамочная конвенция об изменении климата [Электронный ресурс]. URL: [https://www.un.org/ru/documents/decl\\_conv/conventions/climate\\_framework\\_conv.shtml](https://www.un.org/ru/documents/decl_conv/conventions/climate_framework_conv.shtml) (дата обращения: 24.03.2021)

Вместе с тем масштаб, сила и цикличность пожаров, их последствия для природы, экономики, климата слабо исследованы, особенно на региональном и глобальном уровнях. Публикация сведений о пожарах в России и мире содержит или изложение ограниченных сложных эффектов, или описание экстремальных нарушений, что мало соответствует пониманию происходящих процессов.

Целью нашей работы является анализ изменений характера протекания лесных пожаров на территории России. Задачами работы являются: определение динамики лесных пожаров на территории страны во времени и пространстве; определение взаимосвязи увеличения их частоты и нарушения климатических процессов в биосфере на региональном и национальном уровнях; оценка степени зависимости лесных пожаров от климатических изменений, в частности, температуры и осадков; оценка актуального состояния и прогноз будущего изменения биогеохимического цикла двуокиси углерода с использованием метода компьютерного моделирования.

Углерод сгоревшей при пожаре древесной растительности, соединившись с кислородом воздуха, превращается в  $\text{CO}_2$  и выделяется в атмосферу. Погибшая, но не полностью сгоревшая масса деревьев в течение нескольких лет разлагается, и образовавшийся при этом  $\text{CO}_2$  продолжает выделяться в атмосферу. Часть древесины и зеленой массы при пожаре окисляются не полностью, что способствует образованию окиси углерода и метана, которые попадают в атмосферу, постепенно окисляются и переходят в  $\text{CO}_2$ . Оставшиеся на вырубке гумус почвы

и подстилка разлагаются и, если не начинается бурный рост трав и новой древесной растительности, тоже с некоторой задержкой в виде  $\text{CO}_2$  переходят в атмосферу. Выделение  $\text{CO}_2$  в атмосферу продолжается после пожара длительное время – до становления в нарушенной экосистеме нового положения равновесия, тогда она перестанет быть источником биосферных выбросов  $\text{CO}_2$  и сможет снова выполнять свою биосферную функцию – поглощать выбросы  $\text{CO}_2$  из атмосферы [6; 7].

По своему функциональному значению действие пожаров эквивалентно происходящим одновременно двум антропогенным воздействиям: вырубке лесов и эрозии почв. Однако проявление увеличения количества пожаров отличается от вырубки и эрозии. Поскольку вырубка и эрозия осуществляется людьми для своих нужд, то в первом приближении можно считать, что их увеличение пропорционально численности населения, которая сейчас растет всюду, кроме развитых стран. Пожарная горючесть лесов сильно увеличивается при росте температуры воздуха и уменьшении количества осадков. Именно это обстоятельство является проявлением глобального потепления и одного из его серьезных – климатических аномалий, которые особенно заметны в годы аномальной жары и/или засухи [12; 14].

В ряде публикаций<sup>1</sup> [2–5; 10–14; 16] отмечается, что в настоящее время ощутимое влияние на формирование лесопожарной ситуации оказывает

глобальное потепление. Тем не менее в данной области необходимо проводить дальнейшие исследования (в т. ч. весовую оценку антропогенного фактора).

Анализ средних годовых температур демонстрирует уверенный рост значений в первое двадцатилетие XXI в. параллельно с плавным снижением среднего количества осадков в стране за этот же период, что позволяет делать предположения о влиянии данных изменений на площадную динамику пожаров в нашей стране.

Таким образом, пожары по своему действию на биогеохимические циклы становятся источником  $\text{CO}_2$ , действующим совместно с антропогенными промышленными выбросами  $\text{CO}_2$ , с которыми много лет борется человечество – сначала на основе Киотского протокола 1997 г., а с 2020 г. – Парижского соглашения 2015 г. [9].

Переход к использованию лесов как источника энергии еще не закончен, он перешел в другую форму. Ископаемые органические виды топлива (каменный уголь, нефть, газ), сейчас используются как основной источник энергии человечества, который представляет собой химически и физически преобразованные остатки растительности древних биосфер. В связи с наступлением глобального потепления идет борьба с их использованием в рамках дальнейшего перехода к низкоуглеродной энергетике [8].

## Материалы и методы

В данной работе использованы данные базы данных ЕМИСС РОССТАТ<sup>2</sup>,

<sup>1</sup> WMO Заявление ВМО о состоянии глобального климата в 2018 году. Женева: WMO, 2019. 44 с.

<sup>2</sup> Федеральная служба государственной статистики [Электронный ресурс]. URL: <https://www.gks.ru/> (дата обращения: 21.07.2020).

данные CDIAC об индустриальных выбросах CO<sub>2</sub> в мире в целом, в регионах стран мира и странах Евросоюза<sup>1</sup>, количественные данные для анализа и расчетов из базы данных Всемирного банка World Development Indicators<sup>2</sup>.

Площадь сгоревших лесов была получена на базе обработанных данных дистанционного зондирования Земли из космоса с аппаратуры MODIS, установленной на научно-исследовательских спутниках Aqua/Terra. Система MODIS для регистрации пожаров, помимо обычных приборов для биологических и климатических исследований данных, дополнительно использует два канала, работающих в ближнем, и два канала – в среднем диапазоне инфракрасного излучения, которые дают наиболее четкое различие сожженной территории и неповрежденной. Использовались данные о площади сгоревших лесов в 2001–2019 гг.

По данным GFED, сочетающим спутниковую информацию о пожарной активности (по данным MODIS) и информацию о продуктивности растительности для оценки ежемесячной сожженной площади и выбросов от пожаров с привязкой к координатной сетке, был проведен расчет суммарной массы сухого вещества, сгоревшего в результате пожаров на территории России с 2001 по 2019 гг., а также количества выделенного CO<sub>2</sub> в результате пожаров каждого типа экосистем: сельскохозяйственные земли, болота

(торфяники), саванны и леса умеренного пояса, бореальные леса.

Наборы данных загружены с веб-сайта <https://www.globalfiredata.org/>. Основные наборы использованных данных GFED:

- 1) сожженная область на базе методики Giglio et al. (2013);
- 2) сожженная область от «небольших» пожаров на основе наземного обнаружения пожаров, не входящих в данные п. 1, подробно описанные в Randerson et al. (2012) и обновления в van der Werf et al. (2017);
- 3) выбросы углерода и сухого вещества от van der Werf et al. (2017);
- 4) процентный вклад различных типов пожаров в общие выбросы;
- 5) список коэффициентов для различных веществ в составе выбросов для расчета массы выбросов газов и аэрозолей на основе Akagi et al. (2011), а также Andreae и Merlet (2001) с обновлениями, предоставленными в 2013 г. компанией М. О. Andreae.

Данные наборы были обработаны с использованием ПО QGIS и библиотек Python. На их основе проведен расчет массы сгоревшего сухого вещества (в тоннах), приходящейся на каждую ячейку с учетом типа экосистемы. Полученный набор данных зонирован по регионам и федеральным округам страны, приведен к единой СИ (тонны вещества).

Математическое моделирование глобального биогеохимического цикла CO<sub>2</sub>, связанного с лесными пожарами, с учетом влияния антропогенных факторов проведены на глобальной пространственной модели А. М. Тарко [16], в составе которой реализованы

<sup>1</sup> Carbon dioxide information analysis center [Электронный ресурс]. URL: <https://cdiac.ess-dive.lbl.gov/> (дата обращения: 24.03.2020).

<sup>2</sup> DataBank // The World Bank [Электронный ресурс]. URL: <https://databank.worldbank.org/home.aspx> (дата обращения: 21.07.2020).

три функциональных блока: «Растения – Атмосфера» и «Антропогенные воздействия – почва – атмосфера», «Океан – действия» (рис. 1).



**Рис. 1 / Fig. 1.** Схема математической модели глобального биогеохимического цикла углерода в биосфере, структура модели глобального цикла углерода / The scheme of the mathematical model of the global biogeochemical cycle of carbon in the biosphere, the structure of the model of the global carbon cycle.

*Источник:* составлено авторами по данным глобальной пространственной модели  
А. М. Тарко

В модели территория всей планеты разделена на ячейки размером  $0,5^{\circ} \times 0,5^{\circ}$  географической сетки (приблизительно  $50^{\circ} \times 50$  км). Предполагается, что в каждой ячейке суши находится растительность одного типа согласно мировой классификации. Переменными модели для каждой ячейки являются количество углерода в массе растительности, органического вещества почвы (гумуса и подстилки). Происходит обмен углеродом в форме  $\text{CO}_2$  с атмосферой, общее количество углерода в которой также является переменной модели. Модель описывает процессы роста и отмирания растительности, накопления и разложения гумуса в терминах обмена углеродом между атмосферой,

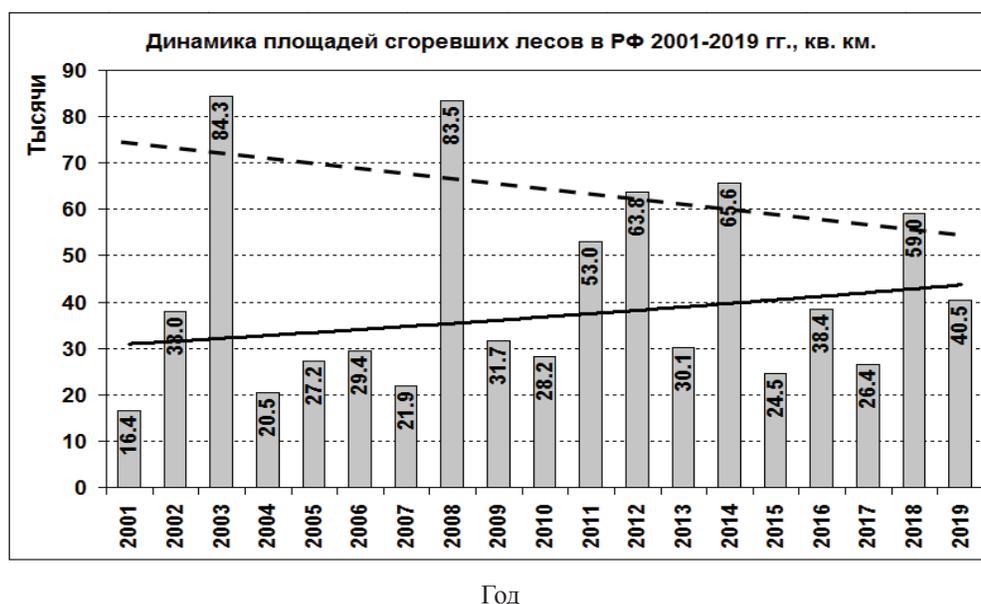
растениями и гумусом почвы в каждой ячейке суши. Климат в каждой ячейке характеризуется среднегодовой температурой воздуха у поверхности земли и количеством осадков за год. Значения температуры и осадков для каждой ячейки в зависимости от количества углерода в атмосфере (парниковый эффект) рассчитываются с помощью климатической модели общей циркуляции атмосферы и океана. Модель содержит блок действия антропогенных факторов: вырубки лесов, эрозии почв и пожаров. Модель содержит более 150 тыс. дифференциальных уравнений и реализована на ЭВМ.

Моделировалась динамика биосферы с 1860 г. по 2100 гг. с услови-

ем следующего базового сценария: антропогенное поступление  $\text{CO}_2$  в атмосферу начинается в 1860 г., происходит в результате промышленных выбросов  $\text{CO}_2$  от сжигания ископаемых органических топлив (каменный уголь, нефть, газ), от вырубки лесов и эрозии почв. После 2016 г. темпы роста промышленных выбросов задаются прогнозом, задаваемым исследователем, с 1950 по 2100 г. идет антропогенная вырубка лесов, эрозия почв, связанная с сельскохозяйственной эксплуатацией земель, начинается в 1860 г. Территория вырубки лесов и эрозии почв задается соответствующими пространственными распределениями.

## Результаты исследования

Первостепенно рассмотрена временная динамика пожаров. На рисунке 2 представлена динамика площади сгоревших лесов на территории России в 2001–2019 гг., полученная на основе анализа указанных ранее данных дистанционного зондирования. В целом за рассмотренные годы площадь пожаров увеличивается – это показывает изображенная на графике возрастающая линия линейной регрессии. Видно, что в течение этого периода площади пожаров сильно отличаются в разные годы – от минимальной величины  $16,4 \text{ км}^2$  в 2001 г. площадь увеличивается в 5,1 раза до максимального значения  $84,3 \text{ км}^2$  в 2003 г.



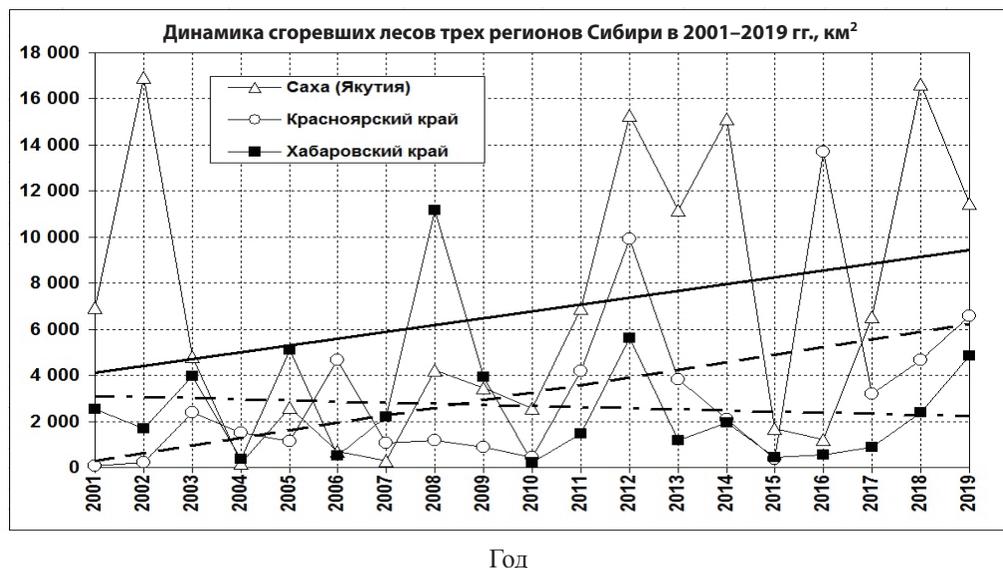
**Рис. 2 / Fig. 2.** Динамика площади сгоревших лесов в стране в 2001–2019 гг. ( $\text{км}^2$ ). Указаны линии регрессии для всех пожаров (сплошная линия) и крупных пожаров (штриховая линия) / Dynamics of the area of burnt forests in the country in 2001–2019 ( $\text{км}^2$ ). Regression lines are shown for all fires (solid line) and large fires (dashed line).

*Источник:* составлено авторами по данным MODIS MCD64A1 v.006

Максимальные площадные значения гарей на территории России отмечены в 2003, 2008, 2011, 2012, 2014 и 2018 гг. На графике построена линия тренда (линейная регрессия) для аномально крупных лесных пожаров, которая демонстрирует снижение их площади к 2019 г. В связи с этим было принято решение о проведении дальнейшего анализа динамики пожаров на основе их разделения на три основные категории: отсутствие пожаров, пожары малые и средние, крупные пожары, что согласуется с различными существующими классификациями пожаров [1]. Это поможет более качественно проводить анализ и прогнозирование. При этом необходимо учесть, что на территории России крупными лесными пожарами считаются те из

них, которые имеют площадь от 20 тыс. км<sup>2</sup> (в азиатской части России) и более 200 км<sup>2</sup> в (европейской части России) [1].

На рисунке 3 представлена динамика площади гарей в трех крупнейших по площади азиатских регионах России в 2001–2019 гг. – Республика Саха (Якутия), Красноярский край, Хабаровская область. Данный график также демонстрирует пики аномально крупных пожаров и сильную вариабельность величины пожаров в течение рассматриваемого периода в каждом из регионов. При этом линии регрессии на графике указывают, что площадь пожаров в Республике Саха (Якутия) и Красноярском крае увеличивается, а в Хабаровском крае – несколько уменьшается.



**Рис. 3 / Fig. 3.** Динамика площади сгоревших лесов трех регионов Сибири в 2001–2019 гг. (км<sup>2</sup>). Указаны линии регрессии для пожаров Саха (Якутия) (сплошная линия), Красноярского края (штриховая линия) и Хабаровского края (штрихпунктирная линия) / Dynamics of the area of burnt forests in three regions of Siberia in 2001–2019 (km<sup>2</sup>). Regression lines are shown for the fires of Sakha (Yakutia) (solid line), Krasnoyarsk Krai (dashed line) and Khabarovsk Krai (dash-dot line).

*Источник:* составлено авторами по данным MODIS MCD64A1 v.006

Представление о лесных пожарах по стране дает рисунок 4, на котором показаны площади гарей в 8 федеральных округах России в 2019 г. Более чем в 1 000 раз по площади отличаются пожары в Северо-Кавказском и Дальневосточном

федеральных округах, что связано с большой разницей площадей самих регионов и лесных экосистем, больше всего развитых в Сибири. К Дальневосточному федеральному округу приближается по величине пожаров и Сибирский.



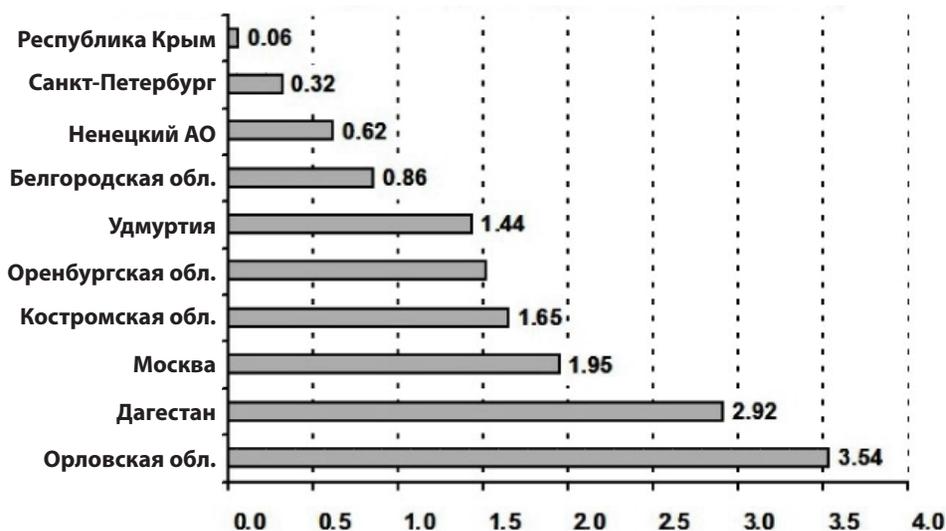
**Рис. 4 / Fig. 4.** Соотношение площадей лесных пожаров в федеральных округах Российской Федерации в 2019 г. (км<sup>2</sup>). Горизонтальная ось имеет логарифмический масштаб / The ratio of forest fire areas in the federal districts of the Russian Federation in 2019 (km<sup>2</sup>). The horizontal axis has a logarithmic scale.

*Источник:* составлено авторами по данным MODIS MCD64A1 v.006

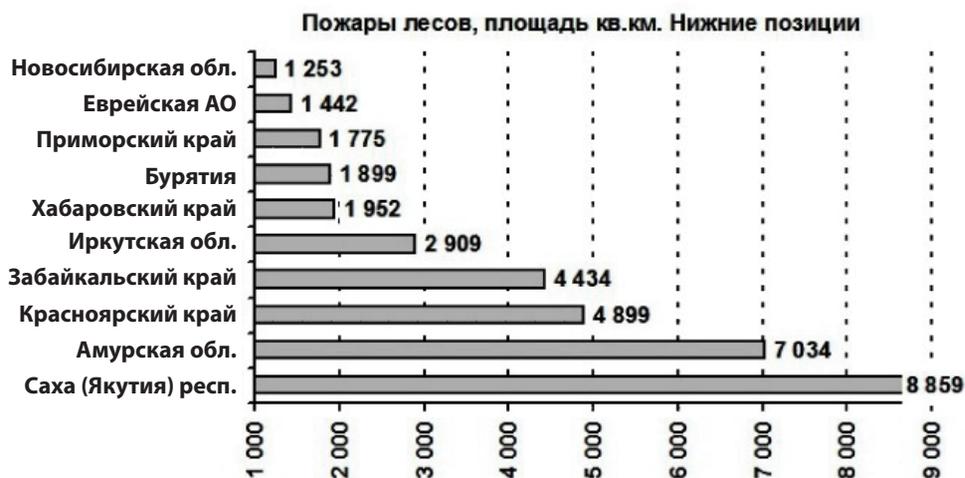
Далее были проанализированы данные и оценен размер площадей лесных пожаров в субъектах Российской Федерации. На рисунке 5 представлены десять субъектов, в которых отмечено меньше всего количество пожаров и десять субъектов с самым большим количеством лесных пожаров в течение 10 лет (в период с 2010 по 2019 гг.). Наличие субъектов в верхних позициях в значительной степени объясняется малой площадью лесных территорий. Нижние позиции занимают субъекты с наибольшим

количеством лесных ресурсов. Стоит отметить, что список замыкают только регионы Сибири, среди которых Новосибирская, Иркутская, Амурская области, Еврейская АО, Приморский, Хабаровский, Красноярский, Забайкальский и Красноярский края, Республики Бурятия и Республика Саха (Якутия). Также важно отметить, что в Амурской области и в Республике Саха (Якутия) частота лесных пожаров почти вдвое выше, чем у остальных регионов из данного перечня.

а



б



**Рис. 5 / Fig 5.** Распределение 10 лидирующих (а) и 10 замыкающих (б) субъектов Российской Федерации по пожарам лесов. Указано среднее количество сгоревших лесов в течение 2010–2019 гг. / Distribution of 10 leading (a) and 10 closing (b) subjects of the Russian Federation on forest fires. The average number of burned forests during 2010–2019 is indicated

*Источник:* составлено авторами по данным MODIS MCD64A1 v.006

Проведён анализ аномально высоких значений площадей сгоревших лесов в субъектах России в 2001–2019 гг. В таблице 1 указаны данные о регионах-рекордсменах по пожарам – десять регионов с максимальной величи-

ной сгоревшей в течение одного года площадью лесов (в таблицу берется лишь одно, самое высокое значение каждого региона). Все эти «рекордсмены» находятся в Сибири. Самый высокий результат в семь раз больше

самого меньшего. Имеющие самые высокие показатели Амурская область, Забайкальский край и Республика Бурятия по величине площади уступают таким гигантам, как Республика Саха (Якутия) и Красноярский край. Возможно, эти регионы, находящиеся

южнее гигантов, имеют лучшие характеристики по фотосинтетически активной части радиации (ФАР), радиационному балансу и другим тепловым климатическим характеристикам, что дает большую величину горючести для лесов.

Таблица 1 / Table 1

**Рекордные значения площадей сгоревших лесов десяти регионов за год в течение 2001–2019 гг. (км<sup>1</sup>) / Record values of burned forest areas in ten regions per year during 2001–2019 (km<sup>2</sup>)**

Субъект	Рекордная площадь лесов, сгоревших за один год, (км <sup>1</sup> )
Амурская обл.	28 948
Забайкальский край	19 754
Республика Бурятия	19 017
Республика Саха (Якутия)	16 923
Красноярский край	13 715
Хабаровский край	11 150
Еврейская АО	8 371
Иркутская обл.	7 094
Тюменская обл.	5 788
Ханты-Мансийский АО	4 139

*Источник:* составлено авторами по данным MODIS MCD64A1 v.006

Средние значения в основном показывают уже известные данные о неравномерном распределении площадей. Минимальные значения площадей лесных пожаров, из которых все, кроме Уральского федерального округа, равны нулю, означают, что во всех остальных округах бывают годы без сгоревших лесов. То, что значения медиан значительно отличаются от средних значений, свидетельствует о том, что функции распределения зарегистрированных лесных пожаров имеют в высокой степени несимметричное распределение. Это, но уже количественно, показывают скосы,

характеризующие степень асимметрии функций распределения. Оказывается, распределения сильно несимметричны, их моды (наиболее часто встречающиеся значения) смещены влево по оси координат (в сторону маленьких значений). Параметр эксцесс показывает остроту распределения. Самое высокое распределение 161,5 имеется в Приволжском федеральном округе, а самое плоское – в Дальневосточном.

Вариабельность пожаров во времени (табл. 2) количественно выражают дисперсия и коэффициент вариации – характеристики неравномерности

данных в отношении отклонения от среднего значения. Коэффициент вариации площадей пожаров значителен – от 178 до 386% для субъектов и

403% для всей страны. Для сравнения, коэффициент вариации ожидаемой продолжительности жизни людей всех стран мира равен 10%.

Таблица 2 / Table 2

**Статистические параметры площадей сгоревших лесов федеральных округов Российской Федерации в 2001–2019 гг. / Statistical parameters of the areas of burnt forests of the federal districts of the Russian Federation in 2001–2019**

Параметр	Российская Федерация	Центральный ФО	Северо-Западный ФО	Южный ФО	Северо-Кавказский ФО	Приволжский ФО	Уральский ФО	Сибирский ФО	Дальневосточный ФО
Сумма, км <sup>2</sup>	782343	11947	7073	4627	1180	5406	49344	167152	535705
Максимум, км <sup>2</sup>	28948	587	560	587	135	1085	5788	13715	28948
Минимум, км <sup>2</sup>	0	0	0	0	0	0	0,43	0	0
Среднее, км <sup>2</sup>	484	35	34	30	9	19	433	880	2563
Медиана, км <sup>2</sup>	10	4	6	1	3	4	93	174	939
Дисперсия	3819379	6830	5097	5795	387	5353	878268	3109929	20712394
Коэффициент вариации	403	237	211	250	222	386	217	200	178
Скос (асимметрия)	7,7	3,9	4,2	4,5	4,6	11,6	4,0	3,8	3,0
Экссесс	74	17	22	25	24	161,5	14	19	10,3

Источник: составлено авторами по данным MODIS MCD64A1 v.006

Главной особенностью полигоны частот (эмпирические функции распределения) площадей сгоревших лесов в федеральных округах (рис. 6) является сильный сдвиг моды распределения в сторону малых значений площадей лесных пожаров. Скос распределения лежит в диапазоне от 3,0 до 11,6, что значит преобладающее возникновение малоплощадных лесных пожаров. Лесные пожары размером около 5 км<sup>2</sup> возникают от 20 до 190 раз за изучаемый период, в то время как крупные – менее, чем 6–8 раз за период.

Также следует обратить внимание, что в Центральном и Дальневосточном федеральных округах отмечается до 60 случаев отсутствия зарегистрированных пожаров.

Более точное представление функции распределения пожаров дают рисунки 7а, 7б. На нём представлен полигон частот площадей сгоревших лесов на территории страны в 2001–2019 гг. На рисунке 7а границы интервалов для площадей пожаров лежат в диапазоне от 0 до 170 км<sup>2</sup>. На рисунке 7б границы интервалов идут от 1 до зна-

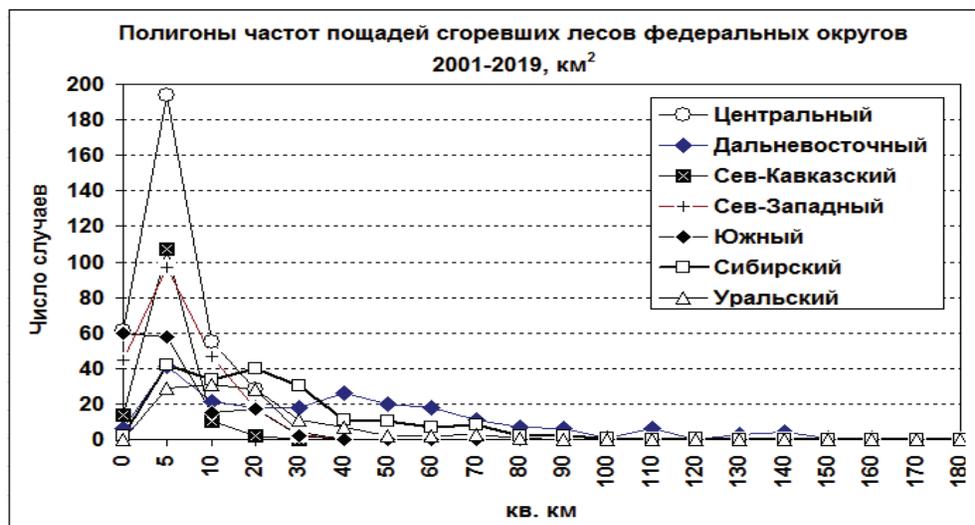
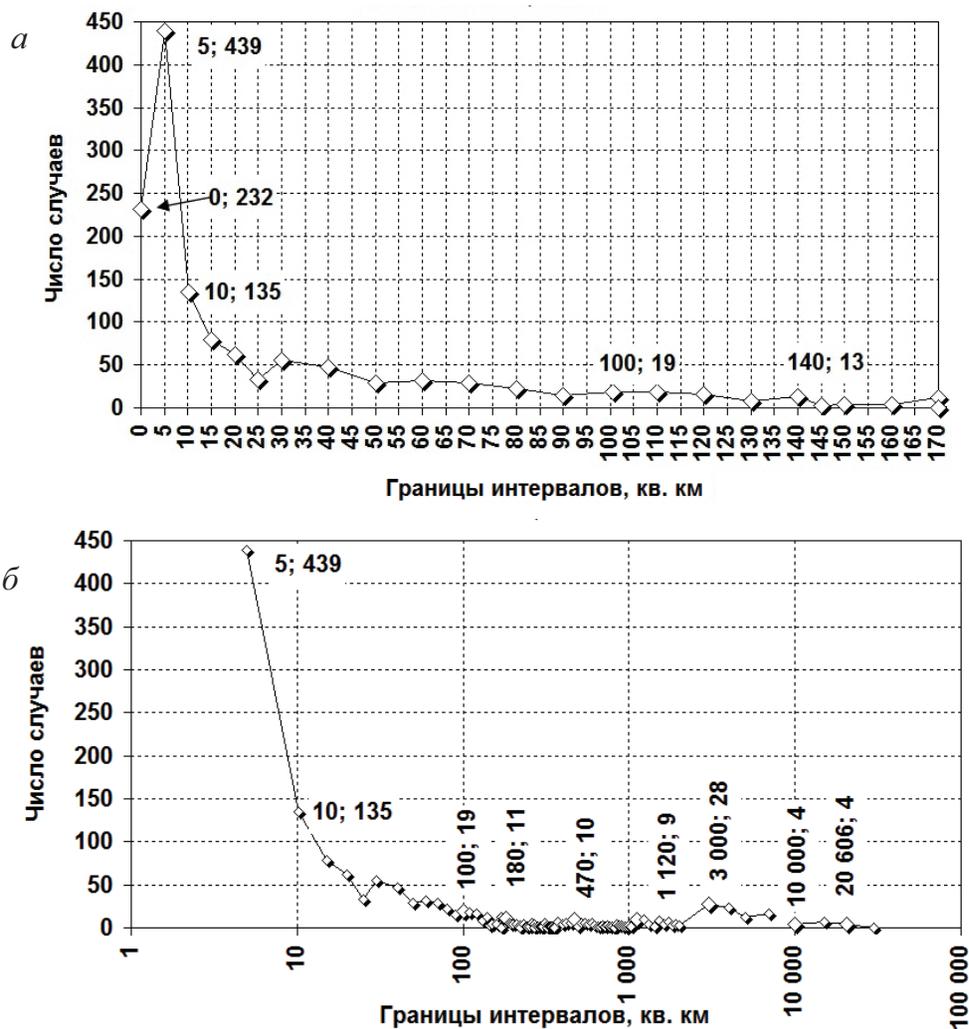


Рис. 6 / Fig. 6. Полигон частот площадей сгоревших лесов федеральных округов Российской Федерации в 2001–2019 гг. / Landfill of burned forest areas in the federal districts of the Russian Federation in 2001–2019.

Источник: составлено авторами по данным MODIS MCD64A1 v.006

чения 28 948 км<sup>2</sup> (Амурская область). Горизонтальная ось графика имеет логарифмический масштаб, поэтому интервал с точкой 0 не входит в их границы. Из графика (рис. 7а) видно, что в течение 19 лет 232 раза не было зарегистрировано лесных пожаров на территории страны. За этот же период 439 зарегистрированных лесных пожаров имели площадь до 10 км<sup>2</sup>, 134 пожара – от 10 до 20 км<sup>2</sup>. Далее в диапазонах площадей пожаров от 30 км<sup>2</sup> до 170 км<sup>2</sup> с шагом 10 км<sup>2</sup> отмечается до 50 пожаров. Таким образом, отмечается плавно спадающая линия, демонстрирующая, что, чем больше площадь пожара, тем он реже происходит. Далее из рис. 7б видно, что в диапазоне свыше 170 км<sup>2</sup> площадь пожаров увеличивалась, а количество случаев в каждом из диапазонов уменьшалось, но неравномерно. Самым крупным был упомянутый пожар размером 28 948 км<sup>2</sup> в Амурской области.

Для анализа статистических связей пожаров в регионах построена корреляционная матрица значений площадей пожаров в субъектах Центрального федерального округа в 2001–2019 гг. (табл. 3) Значимых коэффициентов корреляции ( $p=0,05$ ) достаточно много, что приводит к выводу о статистической связи между лесными пожарами в регионах за счет действия погодных факторов, их вызывающих. Эти обстоятельства следует проверить с помощью дополнительного анализа погодных параметров, таких как температура воздуха и количество осадков, т. к. именно данные параметры являются одной из основных причин возникновения и ускоренного распространения лесных пожаров. Однако по данным Росстат, в период с 2014 по 2016 гг. от 47 до 60% от общего количества лесных пожаров возникло по вине граждан [2].



**Рис. 7 / Fig. 7.** Полигон частот площадей сгоревших лесов федеральных округов Российской Федерации в 2001–2019 гг., границы интервалов 0–170 км<sup>2</sup> (а) Полигон частот площадей сгоревших лесов федеральных округов Российской Федерации в 2001–2019 гг., границы интервалов от 1 до 100 тыс. км<sup>2</sup>, логарифмический масштаб горизонтальной оси (б).

В подписях – «число случаев; граница интервала» / The range of the frequencies of the areas of burnt forest Federal districts of the Russian Federation in the years 2001–2019, the boundaries of the intervals 0–170 km<sup>2</sup> (a) the range of frequencies of the areas of burnt forest Federal districts of the Russian Federation in the years 2001–2019, the boundaries of the intervals from 1 to 100 thousand km<sup>2</sup>, the logarithmic scale of the horizontal axis (b).  
In the captions – “the number of cases; boundary interval”.

*Источник:* составлено авторами по данным MODIS MCD64A1 v.006

Наибольшее количество статисти- в Воронежской, Ивановской, Вла- стических связей прослеживается димирской и Московской областях

Таблица 3 / Table 3

**Корреляционная матрица значений площадей лесных пожаров в регионах Центрального федерального округа в 2001–2019 гг. Указаны только значимые коэффициенты корреляции ( $p=0,5$ ) / Correlation matrix of forest fire areas in the regions of the Central Federal District in 2001–2019 Only significant correlation coefficients are indicated ( $p=0.5$ )**

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1	1																	
2		1																
3			1															
4	0,61	0,51	0,74	1														
5			0,99	0,71	1													
6			0,69		0,73	1												
7			0,71	0,68	0,66		1											
8	0,87	0,56						1										
9		0,63	0,55	0,62	0,59	0,70			1									
10			0,67		0,66	0,66			0,28	1								
11			0,93	0,61	0,95	0,85			0,67	0,73	1							
12	0,69			0,56				0,56				1						
13			0,79	0,49	0,84	0,90			0,77	0,52	0,90		1					
14														1				
15			0,84	0,78	0,87	0,74			0,82		0,86	0,87		1				
16					0,48	0,75			0,54		0,58	0,59	0,64	0,57	1			
17			0,70	0,49	0,68	0,65			0,89	0,68	0,52		0,56			1		
18			0,74	0,70	0,68		0,99				0,49						0,47	1
(1) Белгородская, (2) Брянская, (3) Владимирская, (4) Воронежская, (5) Ивановская, (6) Калужская, (7) Костромская, (8) Курская, (9) Липецкая, (10) Москва, (11) Московская, (12) Орловская, (13) Рязанская, (14) Смоленская, (15) Тамбовская, (16) Тверская, (17) Тульская, (18) Ярославская области																		

Источник: составлено авторами по данным MODIS MCD64A1 v.006

(табл. 4). Эти субъекты граничат друг с другом на относительно небольшой территории, и можно предположить, что их статистические связи столь высоки из-за схожих климатических условий, свойственных соседним территориям.

Также отметим, что самые большие корреляции по величине пожаров (более 0,9) имеют шесть регионов: Московская (3), Владимирская (2), Ивановская (2), Костромская (1), Рязанская (1) и Ярославская (1) области (табл. 5).

Далее определены годы с наибольшим количеством статистических связей в регионах (табл. 6), где отмечается их непрерывное максимальное число в период с 2014 по 2016 гг., а также в 2018 и 2019 гг. Это может свидетельствовать о корреляции климатических параметров в течение последних семи лет и являться основой для выявления новых механизмов возникновения лесных пожаров.

В таблице 7 представлены 15 субъектов, имеющих самое большое количество значимых корреляционных связей по стране за период 2001–2019 гг., а также 15

Таблица 4 / Table 4

**Количество значимых статистических связей субъектов Центрального федерального округа / Number of significant statistical relationships of subjects Central Federal District**

Субъект	Число значимых корреляционных связей
Воронежская обл.	12
Ивановская обл.	12
Владимирская обл.	11
Московская обл.	11
Липецкая обл.	10
Рязанская обл.	10
Калужская обл.	9
Тамбовская обл.	9
Тульская обл.	9
г. Москва	7
Тверская обл.	7
Ярославская обл.	6
Костромская обл.	4
Белгородская обл.	3
Брянская обл.	3
Курская обл.	3
Орловская обл.	3
Смоленская обл.	1

Источник: составлено авторами по данным MODIS MCD64A1 v.006

Таблица 5 / Table 5

**Число субъектов с величиной коэффициента корреляции больше 0,9 / The number of subjects with a correlation coefficient greater than 0.9**

Субъект	Число корреляционных связей
Московская обл.	3
Владимирская обл.	2
Ивановская обл.	2
Костромская обл.	1
Рязанская обл.	1
Ярославская обл.	1

Источник: составлено авторами по данным MODIS MCD64A1 v.006

Таблица 6 / Table 6

**Количество значимых связей по годам (по убыванию) в Центральном федеральном округе по годам / Number of significant relationships by year (in descending order) in the Central Federal District by year**

Год	Число значимых корреляционных связей	Год	Число значимых корреляционных связей
2002	10	2007	4
2014	10	2005	3

2015	9	2010	3
2016	9	2011	3
2018	9	2017	3
2019	9	2001	1
2008	8	2004	1
2012	8	2006	1
2013	8	2009	0
2003	7	-	-

*Источник:* составлено авторами по данным MODIS MCD64A1 v.006

субъектов, имеющих минимум таких связей. Максимальное число, 28 связей, представлено в Ульяновской области. К ней примыкают Ивановская, Московская, Рязанская и Тамбовская области. Отметим, что все указанные субъекты расположены в непосредственной близости друг от друга, каждый из которых обладает небольшой площадью. Можно предположить, что

ввиду схожести погодно-климатических факторов лесные пожары в субъектах также имеют схожий принцип возникновения.

В то же время Республика Саха (Якутия), Ямало-Ненецкий автономный округ, Красноярский, Камчатский и Приморский края имеют огромные территории, на которых климатические параметры сильно различаются

Таблица 7 / Table 7

**Пятнадцать субъектов Российской Федерации, имеющих наибольшее и наименьшее количество статистически значимых корреляционных связей по площади сгоревших лесов в течение 2001–2019 гг. ( $p=0,05$ ) / Fifteen subjects of the Russian Federation with the highest and lowest number of statistically significant correlations in the area of burned forests during 2001–2019 ( $p=0.05$ )**

№	Субъект	Число значимых корреляций	№	Субъект	Число значимых корреляций
1	Ульяновская обл.	28	71	Новгородская обл.	2
2	Ивановская обл.	26	72	Ненецкий АО	2
3	Московская обл.	26	73	Ростовская обл.	2
4	Рязанская обл.	26	74	Республика Тыва	2
5	Тамбовская обл.	26	75	Красноярский край	2
6	Удмуртская Республика	26	76	Камчатский край	2
7	Пензенская обл.	26	77	Республика Коми	1
8	Омская обл.	26	78	Республика Крым	1
9	Владимирская обл.	25	79	Ямало-Ненецкий АО	1
10	Республика Мордовия	25	80	г. Калининград	0
11	Чувашская Республика	25	81	Псковская обл.	0
12	Нижегородская обл.	25	82	Республика Калмыкия	0
13	Пермский край	24	83	Астраханская обл.	0
14	Калужская обл.	23	84	Приморский край	0
15	Республика Марий Эл	23	85	Республика Саха (Якутия)	0

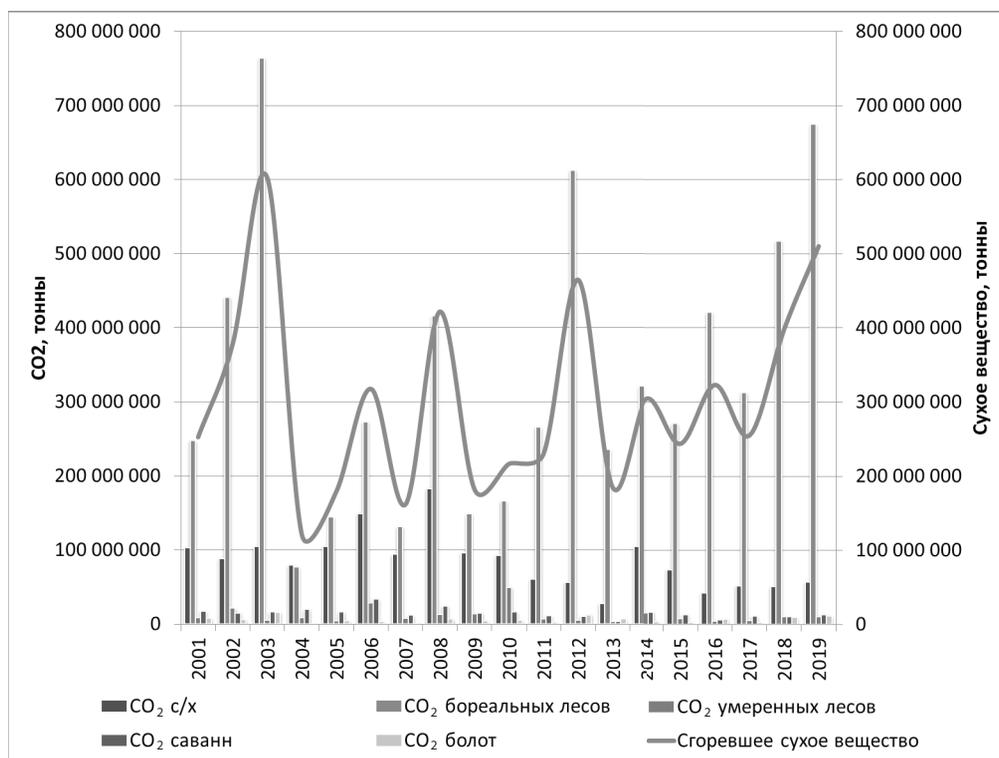
*Источник:* составлено авторами по данным MODIS MCD64A1 v.006

по временным и пространственным составляющим. Вероятно, именно данный факт определяет у них минимум корреляционных связей между лесными пожарами – от двух до нуля.

Имеющие минимальное число связей г. Калининград и Республика Крым обособлены от других регионов, их климатические и лесные условия сильно разнятся, потому их корреляционная связь по лесным пожарам также мала. К таким же субъектам относятся Астраханская область, Республика Калмыкия и Ненецкий автономный

округ. Для первых двух субъектов характерен жаркий и сухой климат, не повторяющийся в других частях России. Ненецкий автономный округ – это Крайний Север страны, включающий в себя две климатические зоны – арктическую и субарктическую. Условия для возникновения пожаров в таких нетипичных климатических условиях проявляются иначе.

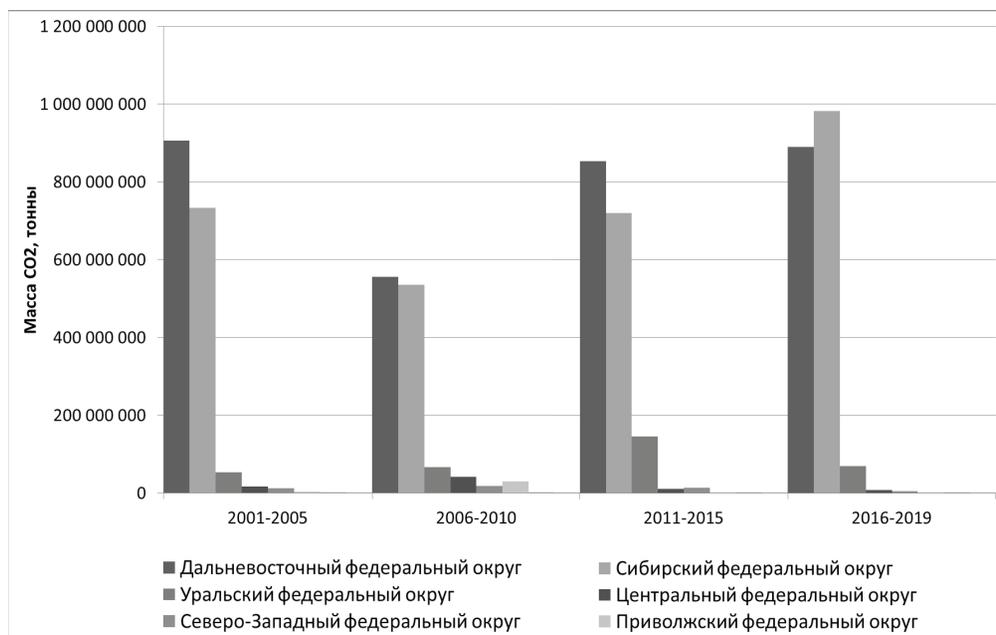
В соответствии с графиком на рис. 8 выделяются четыре пиковых значения в период с 2001 по 2019 гг., которые приходятся на 2003, 2012, 2018 и 2019 г.



**Рис. 8 / Fig. 8.** Кривая массы сгоревшего сухого вещества всех типов экосистем и динамика массы эмиссии  $\text{CO}_2$  по типам экосистем для территории Российской Федерации в период с 2001 по 2019 гг. / The curve of the mass of burnt dry matter of all types of ecosystems and the dynamics of the mass of  $\text{CO}_2$  emissions by ecosystem types for the territory of the Russian Federation in the period from 2001 to 2019.

*Источник:* составлено авторами по данным GFED

Несомненными лидерами по общему выделению  $\text{CO}_2$  в результате пожаров является Дальневосточный и Сибирский федеральные округа (рис. 9).



**Рис. 9 / Fig. 9.** Динамика эмиссии  $\text{CO}_2$  в результате лесных пожаров по федеральным округам Российской Федерации с 2001 по 2019 г. с интервалом в 5 лет / Dynamics of  $\text{CO}_2$  emissions from forest fires in the federal districts of the Russian Federation from 2001 to 2019 with an interval of 5 years.

*Источник:* составлено авторами по данным GFED

За первое двадцатилетие XXI в. выделения  $\text{CO}_2$  в атмосферу на территории Российской Федерации имеют тенденцию к увеличению: по отношению к 2001 в 2019 г. выбросы выросли на 90% по всем категориям земель. При этом в 2019 г. общая масса выбросов диоксида углерода в результате пожаров бореальных лесов на территории

страны составила более 600 млн т, в то время как в 2001 г. значение составляло порядка 250 млн т. Леса умеренных широт в результате пожаров выбросили в 2019 г. 13 млн т  $\text{CO}_2$  по сравнению с 8 млн т в 2001 г. Таким образом, суммарно выбросы  $\text{CO}_2$  в результате пожаров лесов увеличились с 2001 г. на 167% (рис. 10).



**Рис. 10 / Fig. 10.** Кривая процентного отношения суммарной эмиссии CO<sub>2</sub> с 2002 по 2019 гг. к значению эмиссии в 2001 г. и эмиссии CO<sub>2</sub> в результате лесных пожаров отдельно за тот же период / The curve of the percentage ratio of total CO<sub>2</sub> emissions from 2002 to 2019 to the value of emissions in 2001 and CO<sub>2</sub> emissions from forest fires separately for the same period.

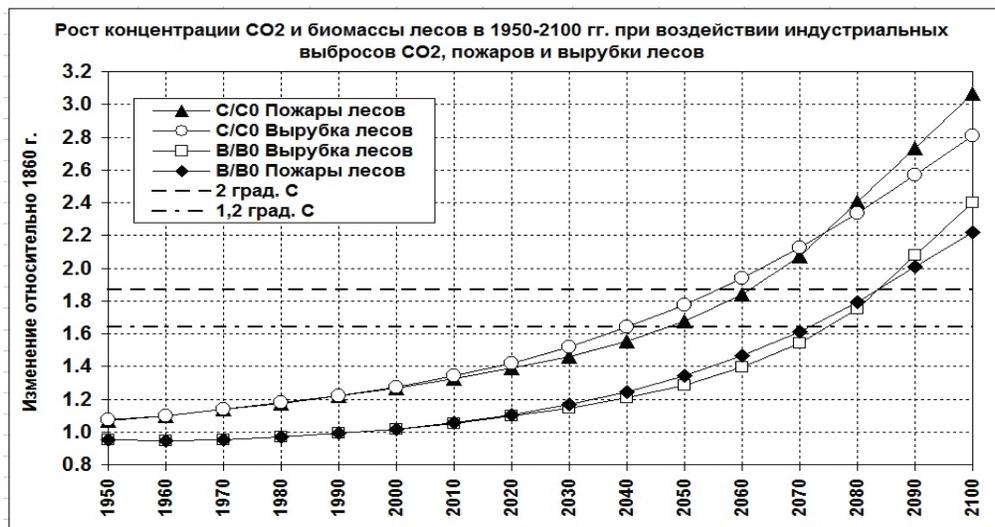
*Источник:* составлено авторами по данным GFED

Проведены два расчёта, являющиеся одновременно и прогнозом, и иллюстрацией к пониманию различия проявления лесных пожаров и вырубок. Для расчёта промышленных выбросов CO<sub>2</sub> после 2016 г. использовались данные<sup>1</sup> для условий до начала применения Парижского соглашения. В первом случае в вычислительном расчёте антропогенными воздействиями являются промышленные выбросы CO<sub>2</sub> и лесные пожары, во втором – промышленные выбросы CO<sub>2</sub> и рубка лесов. Количественные параметры воздействий берутся соответствующими данным измерений и анализа, проведённого, в том числе авторами, по лесным пожарам – в этой статье и по рубке лесов в статье: [14].

На рис. 11 представлены результаты расчётов – динамики хода углерода в CO<sub>2</sub> в атмосфере (первый расчёт) и в биомассе растительности (второй расчёт) в 1950–2100 гг.

Главным действующим антропогенным фактором в обоих случаях являются промышленные выбросы CO<sub>2</sub> в атмосферу. Рубка и лесные пожары дают меньший вклад. Расчёты показывают, что количество CO<sub>2</sub> в атмосфере с течением времени увеличивается в обоих случаях. Биомасса лесов под действием как рубки, так и лесных пожаров сначала уменьшается, а затем, по мере роста концентрации CO<sub>2</sub> в атмосфере, продуктивность растительности на участках, не затронутых воздействием, увеличивается. Это приводит к увеличению биомассы на других участках и в целом на планете (компенсации уменьшения массы лесов). Влияние рубки оказывается больше, чем самих лесных пожаров, и

<sup>1</sup> WMO Заявление WMO о состоянии глобального климата в 2018 году. Женева: WMO, 2019. 44 с.



**Рис. 11 / Fig. 11.** Прогнозы относительного роста концентрации  $\text{CO}_2$  (C/C0) и биомассы лесов (B/B0) в 1950–2100 гг. в случаях воздействия промышленных выбросов  $\text{CO}_2$ , лесных пожаров и вырубке лесов. Изображены линии, соответствующие концентрации атмосферной  $\text{CO}_2$  и температуре атмосферы 1,5°C и 2°C / Forecasts of relative growth of  $\text{CO}_2$  concentration (C/C0) and forest biomass (B/B0) in 1950–2100 in cases of exposure to industrial  $\text{CO}_2$  emissions, forest fires and deforestation. The lines corresponding to the atmospheric  $\text{CO}_2$  concentration and the atmospheric temperature of 1.5 °C and 2 °C are shown.

*Источник:* составлено авторами по данным глобальной пространственной модели  
А. М. Тарко

$\text{CO}_2$  от вырубки до 2070 г. увеличивается быстрее, чем от пожаров. При этом рост биомассы происходит в обратном порядке – биомасса в случае «пожаров» растёт быстрее, чем в случае «вырубки» до 2085 г. Далее, по мере роста концентрации  $\text{CO}_2$  в атмосфере и глобального потепления, как отмечалось ранее, количество лесных пожаров увеличивается, и «пожары» существенно опережают «вырубку» – после 2070 г.  $\text{CO}_2$  атмосферы растёт от лесных пожаров быстрее, чем от вырубки, а масса лесов, наоборот, после 2085 г. растёт медленнее. Происходит инверсия – картина динамики в случае «пожары» и «вырубка» – до 2100 г. меняется на противоположную. В этом случае мы видим

положительную обратную связь между глобальным потеплением и лесными пожарами – чем больше глобальное потепление, тем больше лесных пожаров.

### Заключение

В заключение следует отметить, что за период с 2001 по 2019 гг. увеличение ежегодных площадей лесных пожаров в России и ее субъектах происходит при общем уменьшении их количества. Наибольшее количество статистически значимых коэффициентов корреляции наблюдается в Центральном федеральном округе, что может быть связано со схожестью погодных параметров и типов растительных экосистем.

Выявлена прямая зависимость площадей пожаров от средней годовой температуры и обратная – от среднего годового количества осадков. Отмечен рост массы сгоревшего сухого вещества и эмиссии  $\text{CO}_2$  в результате пожаров на 90% в 2019 г. по сравнению с 2001 г., в том числе в результате пожаров лесов – на 167%.

Математическое моделирование глобального цикла  $\text{CO}_2$  в биосфере показало положительную обратную связь между глобальным потеплением и лесными пожарами. Также отмечено, что полученный в результате моделирования

результат смены мощности действия лесных пожаров и вырубки связан с ростом  $\text{CO}_2$  в атмосфере. В данном расчете инверсия наступает при превышении количества  $\text{CO}_2$  в атмосфере, значения, задаваемого Парижским соглашением – рост  $\text{CO}_2$  не должен приводить к росту температуры атмосферы выше 2 °С. То есть полученный результат показывает, что, если человечество сможет выполнить требование Парижского соглашения, то до «пожарной» инверсии биосфера Земли не дойдет.

*Статья поступила в редакцию 23.09.2020*

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Валендик Э. Н., Матвеев П. М., Софронов М. А. Крупные лесные пожары / под ред. Л. К. Поздняков. М.: Наука, 1979. 198 с.
2. Варламова Е. В., Соловьев В. С. Влияние глобального потепления на пространственно-временные тренды индекса NDVI растительности Восточной Сибири // Международная конференция по изменениям, моделированию и информационным системам для изучения окружающей среды. Якутск, 2018. С. 259–261.
3. Голятина М. А., Вахнина И. Л., Носкова Е. В. Оценка динамики площадей, пройденных пожарами, на территории Забайкальского края в условиях изменения климата по данным ДЗЗ // Географический вестник. 2018. № 3(46). С. 126–135.
4. Курбатова А. И., Тарко А. М. Пространственно-временная динамика углерода в нативных и нарушенных экосистемах мира. М.: РУДН, 2017. 234 с.
5. Медведков А., Котова М. В. Противопожарный потенциал лесов водоохранной зоны озера Байкал (на примере территории Байкало-Ленского заповедника) // Известия Российской академии наук. Серия географическая. 2020. № 5. С. 764–775.
6. Тарко А. М. Антропогенные изменения глобальных биосферных процессов. Математическое моделирование. М.: Физматлит. 2005. 232 с.
7. Тарко А. М. Устойчивость биосферных процессов и принцип Ле-Шателье // Доклады РАН. 1995. Т. 343. № 3. С. 393–395.
8. Тарко А. М. О настоящем и будущем России и мира. Тула, 2016. 196 с.
9. Тарко А. М. Мировое развитие и Парижское климатическое соглашение // Стратегические приоритеты. 2019. № 21 (1). С. 129–147.
10. Оценка влияния ожидаемых изменений климата на лесное хозяйство / И. О. Торжков, Е. А. Кушнир, А. В. Константинов, Т. С. Королева, С. В. Ефимов, И. М. Школьник // Метеорология и гидрология. 2019. № 3. С. 40–49.
11. Рамазанов Равшан Гасан Оглы. Оценка повторяемости по степени опасности лесных пожаров (на примере северо-восточного склона Кавказа) // Международный научный журнал Альтернативная энергетика и Экология. 2020. № 7-18 (330-341). С. 115–124.
12. Carbon dioxide sequestration as a climate mitigation strategy criterion in tropical forests (Case study from central african region) / A. I. Kurbatova, A. M. Tarko, H. A. Qdais,

- E. A. Grigorets, P. V. Kozhevnikova // International Multidisciplinary Scientific Geoconference, 2019. С. 633–640.
13. Chugunkova A. V., Pyzhev A. I. Impacts of global climate change on duration of logging season in siberian boreal forests // *Forests*. 2020. № 7 (11). С. 1–18.
  14. Evaluation of spatial and temporal dynamics of forest fires in Indonesia using satellite data / A. I. Kurbatova, A. V. Orlovsky, V. Lobanov, P. V. Kozhevnikova // *Test Engineering and Management*. 2020. № (83). С. 15429–15435.
  15. Fossil CO<sub>2</sub> & GHG emissions of all world countries / Janssens-Maenhout G. et al. // *Earth System Science Data Discussions* [Электронный ресурс]. URL: <http://edgar.jrc.ec.europa.eu/overview.php?v=CO2andGHG1970-2016&dst=CO2pc> (дата обращения: 21.07.2020).
  16. Is subarctic forest advance able to keep pace with climate change? / Rees W.G., Hofgaard A., Boudreau S., Cairns D.M., Harper K., Mamet S., Mathisen I., Swirad Z., Tutubalina O. // *Global Change Biology*. 2020. № 7 (26). С. 3965–3977.

#### REFERENCES

1. Valendik E. N., Matveev P. M., Sofronov M. A. *Krupnye lesnye pozhary* [Large forest fires]. Moscow, Science Publ., 1979. 198 p.
2. Varlamova E. V., Soloviev V. S. [Influence of global warming on the space-time trends of the NDVI index of vegetation in Eastern Siberia]. In: *Mezhdunarodnaya konferentsiya po izmeneniyam, modelirovaniyu i informatsionnym sistemam dlya izucheniya okruzhayushchei sredy* [International conference on changes, modeling and information systems for studying the environment]. Yakutsk, 2018, pp. 259–261.
3. Golyatina M. A., Vakhnina I. L., Noskova E. V. [Assessment of the dynamics of areas covered by fires on the territory of the Trans-Baikal Territory under climate change according to remote sensing data]. In: *Geograficheskii vestnik* [Geographic Bulletin], 2018, no. 3(46), pp. 126–135.
4. Kurbatova A. I., Tarko A. M. *Prostranstvenno-vremennaya dinamika ugleroda v nativnykh i narushennykh ekosistemakh mira* [Spatial-temporal dynamics of carbon in native and disturbed ecosystems of the world]. Available at: <https://repository.rudn.ru/ru/records/monograph/record/32036/> (accessed: 24.03.2021).
5. Medvedkov A., Kotova M. V. [Fire-fighting potential of forests in the water protection zone of Lake Baikal (on the example of the territory of the Baikal-Lensky nature reserve)]. In: *Izvestiya Rossiiskoi akademii nauk. Seriya geograficheskaya* [Bulletin of the Russian Academy of Sciences. Geographic series], 2020, no. 5, pp. 764–775.
6. Tarko A. M. *Antropogennye izmeneniya global'nykh biosfernykh protsessov. Matematicheskoe modelirovanie* [Anthropogenic Changes of the Global Biosphere Processes. Mathematical Modelling]. Moscow, Fizmatlit Publ., 2005. 232 p.
7. Tarko A. M. [Stability of biospheric processes and Le Chatelier's principle]. In: *Doklady RAN*, 1995, vol. 343, no. 3, pp. 393–395.
8. Tarko A. M. *O nastoyashchem i budushchem Rossii i mira* [About the present and future of Russia and the world]. Tula, 2017. 196 p.
9. Tarko A. M. [World Development and the Paris Climate Agreement]. In: *Strategicheskie priority* [Strategic Priorities], 2019, no. 21 (1), pp. 129–147.
10. Torzhkov I. O., Kushnir E. A., Konstantinov A. V., Koroleva T. S., Efimov S. V., Shkol'nik I. M. [Assessment of the impact of expected climate change on forestry]. In: *Meteorologiya i gidrologiya* [Meteorology and Hydrology], 2019, no. 3, pp. 40–49.
11. Ramazanov Ravshan Gasan Ogly [Evaluation of recurrence according to the degree of danger of forest fires (on the example of the north-eastern slope of the Caucasus)]. In:

- Mezhdunarodnyi nauchnyi zhurnal Al'ternativnaya energetika i Ekologiya* [International scientific journal *Alternative Energy and Ecology*], 2020, no. 7-18 (330-341), pp. 115–124.
12. Kurbatova A. I., Tarko A. M., Qdais H. A., Grigorets E. A., Kozhevnikova P. V. Carbon dioxide sequestration as a climate mitigation strategy criterion in tropical forests (Case study from central african region). In: *International Multidisciplinary Scientific Geoconference*, 2019, pp. 633–640.
  13. Chugunkova A. V., Pyzhev A. I. Impacts of global climate change on duration of logging season in siberian boreal forests. In: *Forests*, 2020, no. 7 (11), pp. 1–18.
  14. Kurbatova A. I. Orlovsky A. V., Lobanov V., Kozhevnikova P. V. Evaluation of spatial and temporal dynamics of forest fires in Indonesia using satellite data. In: *Test Engineering and Management*, 2020, no. (83), pp. 15429–15435.
  15. Janssens-Maenhout G. et al. Fossil CO<sub>2</sub> & GHG emissions of all world countries. In: *Earth System Science Data Discussions*. Available at: <http://edgar.jrc.ec.europa.eu/overview.php?v=CO2andGHG1970-2016&dst=CO2pc> (accessed: 21.07.2020).
  16. Rees W. G., Hofgaard A., Boudreau S., Cairns D. M., Harper K., Mamet S., Mathisen I., Swirad Z., Tutubalina O. Is subarctic forest advance able to keep pace with climate change? In: *Global Change Biology*, 2020, no. 7 (26), pp. 3965–3977.
- 

#### ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

*Тарко Александр Михайлович* – доктор физико-математических наук, профессор, академик РАН, главный научный сотрудник Вычислительного центра им. А. А. Дородницына РАН Федерального исследовательского центра «Информатика и управление» РАН;  
e-mail: tarko328@mail.ru

*Курбатова Анна Игоревна* – кандидат биологических наук, доцент кафедры экологического мониторинга и прогнозирования Российского университета дружбы народов;  
e-mail: kurbatova-ai@rudn.ru

*Григорец Елизавета Андреевна* – аспирант кафедры экологического мониторинга и прогнозирования Российского университета дружбы народов;  
e-mail: 5977749@mail.ru

#### INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

*Alexander M. Tarko* – Dr. Sci. (Phys.-Math.), Prof., Academician, Russian Academy of Natural Sciences, Chief Researcher, Institution of Russian Academy of Sciences 'Dorodnitsyn Computing Centre of RAS';  
e-mail: tarko328@mail.ru

*Anna I. Kurbatova* – Cand. Sci. (Biology), Assoc. Prof., Department of Environmental Monitoring and Forecasting, Peoples' Friendship University of Russia;  
e-mail: kurbatova-ai@rudn.university.ru

*Elizaveta A. Grigorets* – postgraduate student, Department of Environmental Monitoring and Forecasting, Peoples' Friendship University of Russia;  
e-mail: 5977749@mail.ru

**ПРАВИЛЬНАЯ ССЫЛКА**

Тарко А. М., Курбатова А. И., Григорец Е. А. Применение методов системного анализа в исследовании лесных пожаров на территории Российской Федерации // Географическая среда и живые системы. 2021. № 1. С. 17–41.

DOI: 10.18384/2712-7621-2021-1-17-41

**FOR CITATION**

Tarko A. M., Kurbatova A. I., Grigorets E. A. System analysis of forest fires in the Russian Federation. In: *Geographical Environment and Living Systems*, 2021, no. 1, pp. 17–41.

DOI: 10.18384/2712-7621-2021-1-17-41

# ПРИРОДНО-АНТРОПОГЕННЫЕ ПРОЦЕССЫ И ОХРАНА ЛАНДШАФТОВ

---

УДК 556.16:556.51

DOI: 10.18384/2712-7621-2021-1-42-52

## ВОДНЫЙ СТОК КАК ИНДИКАТОР ЛАНДШАФТНО-ЭКОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ БАСЕЙНОВ МАЛЫХ РЕК

**Бортновский З. В.**

*Независимый исследователь*

*160000, г. Вологда, Российская Федерация*

### **Аннотация**

**Цель.** Обосновать индикационную роль водного стока на уровне геосистем бассейнов малых рек.

**Процедура и методы.** Проанализированы опубликованные материалы, рассматривающие различные аспекты, сопряженные с функциональными особенностями геосистем бассейнов малых рек, взаимосвязью их водного стока с комплексом стокоформирующих факторов, особое место среди которых занимает антропогенное воздействие, а также возможностями использования данных об изменчивости водного стока малых рек в системе мониторинга за состоянием окружающей среды.

**Результаты.** Изучены функциональные особенности бассейнов малых рек, которые позволяют рассматривать их водный сток как геоэкологический индикатор. Это обусловлено тесной связью стока с ландшафтными условиями в бассейнах рек. При этом бассейны рек являются ареной для разнообразных видов хозяйственной деятельности, которые, в свою очередь, оказывают прямое и косвенное воздействие на компоненты стока. Прямое воздействие проявляется преимущественно через влияние трансформации почвенно-растительного покрова в бассейне реки на соотношение поверхностного и подземного стока. Косвенное воздействие связано с заилением русловой сети в результате поступления с территории бассейна реки избыточного количества наносов, превышающих эрозионно-транспортирующую способность малых рек. Применительно к водному стоку существенным следствием является усиление амплитуды его внутригодового распределения – увеличение половодного, паводкового и снижение меженного стока.

**Теоретическая и практическая значимость.** Результаты исследования свидетельствуют, что анализ пространственно-временной изменчивости водного стока малых рек является актуальной геоэкологической задачей, решение которой для разных сочетаний ландшафт-

тно-экологических условий способствует выработке практических рекомендаций по организации их рационального природопользования.

**Ключевые слова:** водный сток, малые реки, речной бассейн, водосбор, ландшафтно-экологические условия

## RUNOFF AS AN INDICATOR OF LANDSCAPE-ECOLOGICAL CONDITIONS IN BASINS OF SMALL RIVERS

*Z. Bortnovsky*

*Independent researcher*

*160000, Vologda, Russian Federation*

### **Abstract**

**Aim.** The aim is to substantiate the indicative role of runoff at the level of geosystems of small river basins.

**Methodology.** The analysis is based on published materials about such aspects, as functional features of small river geosystems and relations between runoff and its formation factors, including human impact and possibilities of using data about runoff variability as part of environmental monitoring.

**Results.** Runoff is considered as a geoecological indicator. This is due to functional features of small river basin geosystems. Here runoff is highly dependent on basin landscape conditions, which are influenced by human activity. This has a direct and indirect impact on runoff. Direct impact is manifested largely due to soil and vegetation transformations that affect the ratio of surface and subterranean runoff. Indirect impact is related to channel siltation as a result of sediment excess from the basin. An important consequence of this is an increase in an intra-annual runoff amplitude.

**Research implications.** The results of the research show that analysis of small river runoff spatial and temporal variation is an actual geoecological task. Solving this task for different landscape-ecological conditions can help formulate some practical recommendations for basins management.

**Keywords:** runoff, small rivers, river basin, catchment area, landscape-ecological conditions

### **Введение**

Функционирование ландшафтов обеспечивается различными процессами, связанными с переносом, трансформацией и обменом веществом и энергией. Среди них фундаментальное значение занимает сток, являющийся, с одной стороны, связующим механизмом взаимодействия компонентов природных ландшафтов [2, с. 51; 16, с. 44], а с другой – сам в значительной

степени регулируемый живым веществом при функционировании системы: «растительность – почва – зона активного водообмена» [8, с. 62]. В общегеографическом смысле понятие речного стока многокомпонентно и включает сток воды, наносов, растворенных веществ, биологический сток и сток теплоты [2, с. 48–49], а сам сток – процесс одновременно гидрологический, геоморфологический, геохими-

ческий [10, с. 167]. В настоящей работе речной сток рассматривается в контексте своего основного компонента – стока воды, для его обоснования как геоэкологического индикатора применительно к бассейнам малых рек, что обусловлено их функциональными особенностями в ряду геосистем разного масштабного уровня.

## Анализ проблемы

### **Функциональные особенности геосистем бассейнов малых рек**

Речные бассейны являются главными звеньями биосферной организованности на суше [7, с. 68–71; 8, с. 61–63]. Крупные речные бассейны в качестве функциональной составляющей включают систему бассейнов малых рек, которые, по крайней мере в гумидном климате, являются основой гидрологической сети, преобладая в ней как по численности, так и по суммарной протяженности [1; 18].

Формальными критериями отнесения реки к категории «малой» являются площадь водосбора<sup>1</sup>, не превышающая 2 000 кв. км, а также её протяженность, определяемая в разных трактовках до 100 либо до 200 км [1; 3]. Наряду с указанными количественными критериями, для малых рек характерен важный качественный признак, который во многом и определяет индикационную роль их водного стока. Известно, что в общем случае он является результатом положительного баланса между осадками и испарением, что отображает ведущую роль климата в его формировании. Однако с уменьшением площади водосбора усиливается влияние мест-

ных факторов, которые влияют на речной бассейн. Это находит отражение в определении, что малой является «река, бассейн которой располагается в одной географической зоне, и гидрологический режим ее под влиянием местных факторов может быть не свойственен для рек этой зоны»<sup>2</sup>. Таким образом, хотя в целом гидрологический режим малой реки естественным образом связан с географической зональностью [3], он в значительно большей степени, чем у более крупных рек, зависит от местных факторов формирования стока (местных ландшафтных факторов). Эту особенность малых рек – тесную связь с окружающим ландшафтом – отмечают многие исследователи. Гидролог С. Л. Вендров с коллегами акцентируют внимание на том, что влияние на состояние реки происходит через почву, растительность, подземные воды – компоненты ландшафта [3]. Геоморфолог А. Н. Кичигин обращает внимание на то, что водность и состояние русел малых рек в существенно большей степени, относительно более крупных водотоков, контролируются ландшафтными особенностями водосбора и указывает, что степень их влияния тем больше, чем меньше площадь водосбора [11]. В своих работах гидролог В. Л. Рохмистров отмечает, что «процессы, происходящие на малом водосборе, быстро отражаются на состоянии реки, ее стоке, химическом качестве воды, переформировании берегов и фарватера» [17, с. 9]. Гидролог Н. И. Алексеевский обращает внимание, что, хотя малые реки нередко воспринимаются как линейные объекты, но реально являются сово-

<sup>1</sup> Понятия водосбора и бассейна по тексту не дифференцируются.

<sup>2</sup> Гидрология суши. Термины и определения. ГОСТ 19179-73.

купностью «двух каскадно-связанных элементов: водосборной территории, где формируется основная часть стока, и собственно русла, в котором он концентрируется» [1, с. 67]. Таким образом, водный сток малой реки во многом контролируется состоянием водосбора.

### **Физические основы индикации**

При анализе индикационной роли стока важно, что он представляет собой многофакторный процесс. Классификация стокоформирующих факторов, совместное влияние которых определяет норму и режим стока применительно к малым рекам, может проводиться по-разному, хотя в целом подходы обнаруживают сходство. Факторы стока подразделяются на зональные и внутризональные (местные) [18]. Первые включают климатические факторы и сочетания факторов подстилающей поверхности<sup>1</sup>, которые совместно обуславливают плавное и непрерывное изменение характеристик стока. Местные же факторы являются отклонением от типичных зональных условий и вызывают флуктуации стока. В другом варианте выделяются группы климатических (погоднo-климатических) и местных (бассейновых или факторов подстилающей поверхности) [6; 12], при этом их действие в разные фазы водного режима дифференцировано, что подробно показано в работах [4; 5]. Группа климатических факторов включает осадки, испарение и температуру воздуха. К бассейновым факторам, характеризующим подстилающую поверхность, относятся, помимо собственно размеров бассей-

на, особенности рельефа (расчлененность, углы уклона и преобладающие экспозиции склонов и др.); почвогрунтов (водопроницаемость, водоемкость и др.); растительности (тип, состав и др.); параметры озерности и заболоченности водосборов [12].

Механизм действия бассейновых факторов, влияние которых на сток именно для малых рек наиболее существенно, связан с интенсивностью и соотношением поверхностного и подземного стоков как источников питания. Для поверхностного стока ключевым аспектом является степень регуляции подстилающей поверхностью поступления талых и дождевых вод с территории водосбора в русло, включая частичный перехват и перевод в подземный сток и испарение (при этом особенно важно состояние почвенно-растительного покрова водосбора); для подземного стока – степень дренажа подземных вод, определяемая местными гидрогеологическими условиями и глубиной эрозионного вреза, которая для малых рек обычно незначительна, что, в свою очередь, является существенным лимитирующим фактором межennaleго стока, когда питание обеспечивается подземными водами. Этот фактор иногда выделяется особо как причина более резкой реакции водного режима малой реки на изменение состояния водосбора [6; 9; 21]. При этом вполне ясно, что это состояние тесно связано с особенностями хозяйственной деятельности.

### **Роль антропогенного фактора**

Антропогенная деятельность на водосборе так или иначе затрагивает многие компоненты ландшафта. Её влияние может быть как общим для

<sup>1</sup> Которые в данном контексте, по-видимому, можно считать климатообусловленными.

разных природных зон (например, сброс сточных вод, смыв с урбанизированных территорий), так и «приуроченным» к особенностям зонального природопользования [21]. Наиболее распространенным воздействием, связанным с влиянием на водный сток, является трансформация растительного и почвенного покрова в речном бассейне<sup>1</sup>. В таежной зоне она определяется преимущественно вырубкой лесов (включая сопутствующее этому нарушение почвенного покрова) с их последующим возобновлением и соответствующими изменениями таксационных показателей древостоев; для лесостепной, степной зон (а в отдельных случаях и для таежной) – спецификой агротехнических приемов на сельскохозяйственных угодьях (пахота вдоль/поперек склонов, сроки/периодичность вспашки), интенсивностью пастбищной нагрузки и т. д. Это влияет на многие сезонные процессы, связанные с водным стоком. В их числе такие, как: глубина промерзания почвы и интенсивность снегонакопления – в холодный период года, интенсивность снеготаяния и фильтрации талых вод – весной, транспирации – летом, перехвата дождевого стока – в тёплый период. Ключевым следствием является внутригодовое перераспреде-

ление стока, которое выражается в росте амплитуды его колебаний: усилении половодного и паводкового стоков и снижении меженного. Такие явления для малых рек отмечаются во многих работах, например, [1; 3; 13; 20]. При этом значимость этих явлений заметно усиливается в условиях климатических изменений, сопровождающихся, в том числе, эпизодами значительных осадков, которые ощутимо влияют на краткосрочные колебания режима малых рек, определяя риски наводнений и социально-экономического ущерба. В качестве меры для снижения подобных рисков получила развитие концепция LID (low impact development), в рамках которой на уровне малых водосборов при инфраструктурном развитии предпринимаются меры по задержке поверхностного стока и переводу его в подземный с использованием «природоподобных» технологий [22; 23].

Изменения почвенно-растительного покрова водосбора, будучи в целом сравнительно хорошо детектируемыми, влекут за собой менее явные, но не менее важные для водного стока малых рек последствия, связанные с процессами заиления. Это подчеркивает тесную связь между компонентами стока, то есть в данном случае стока воды и наносов. Малые реки обладают в отношении наносов небольшой транспортирующей способностью и увеличение количества наносов поступающих в русло способно сильно его трансформировать, вплоть до исчезновения [8; 19]. Этому активно способствует указанная антропогенная деятельность: распашка водосборов, в особенности склонов и припойменных участков; сведение лесов,

<sup>1</sup> В этой связи представляется не утратившим актуальности комментарий о том, что формы нерационального природопользования в речном бассейне нередко являются следствием не столько необходимости, сколько недостатка соответствующих знаний. Это, в свою очередь, связывается с несовершенством нормативной и правовой базы и распределения контрольных полномочий применительно к объектам первичной гидрографической сети (самые малые, в том числе временные водотоки) [3, с. 12–13].

в том числе припойменной древесно-кустарниковой растительности и др. Такие формы обычно характеризуются площадным и линейно-площадным распространением. Кроме того, следует отметить локализованные источники поступления наносов, например, при строительстве и реконструкции мостовых переходов, «стихийном» проезде автомобильного транспорта у прибрежной зоны и др. Все эти виды антропогенного воздействия активизируют вынос частиц почвы с талым и ливневым стоком на пойму и в русло. Здесь отлагается избыток наносов, превышающих эрозионно-транспортную способность водотока, в свою очередь контролирующую параметрами его водности и уклона [14]. Так происходит агградация речных долин, то есть частичное или полное заполнение их наносами [8; 24]. Дренажные свойства заиленных русел снижаются, ухудшается питание подземными водами (в том числе в результате деградации переуглубленных участков на плесах – омутов, бочагов – связанных с разгрузкой подземных вод). В приречных ландшафтах меняется режим грунтовых вод, повышается вероятность заболачивания и подтопления, в равнинных условиях редуцируются верховья русловой сети [11; 13; 14; 15; 20].

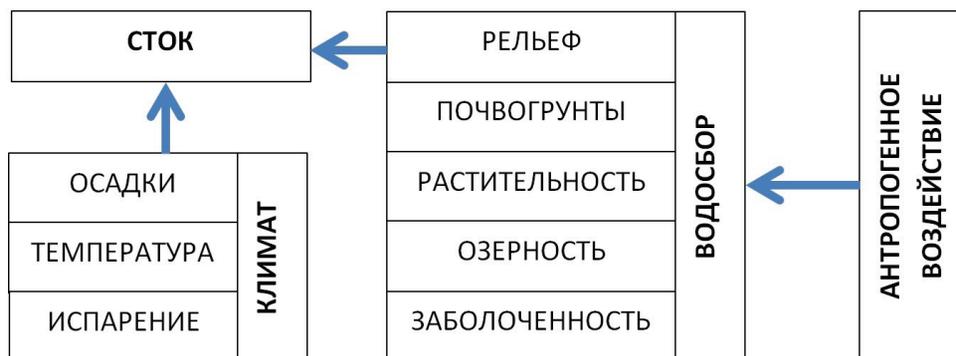
Помимо влияния на местную геоэкологическую обстановку, указанные механизмы позволяют понять более общие принципиальные геоэкологические положения, отмеченные С. П. Горшковым. Развитый почвенно-растительный покров водосборов сдерживает механическую денудацию за счёт задержания поверхностного стока и частичного его перевода в

подземный. Это, во-первых, сохраняет почвенно-элювиальный чехол как важный элемент естественной системы очистки фильтрующейся воды, а также как хранилище влаги и источник подземного питания водотоков, а во-вторых – предохраняет русла от избытка наносов, что является одним из условий устойчивого проявления глубинной эрозии. Все это позволяет считать, что разветвленная и протяженная – за счёт многочисленных малых рек – сеть речных долин имеет интегральную биогенно-геодинамическую природу [8].

### **Значение для мониторинговых исследований**

Обобщение указанных факторов влияния на водный сток малых рек представлено на рисунке 1.

Структура блоков отображает собственно ландшафтно-экологические условия в бассейне, когда на естественные стокоформирующие факторы «накладывается» антропогенное влияние. Это соответствует обозначенному Н. И. Алексеевским концептуальному подходу, согласно которому речной сток приобретает смысл признака изменений состояния окружающей среды, в том числе на бассейновом уровне, поскольку «отражает специфику функционирования природного комплекса бассейнов рек большего или меньшего размера в конкретных ландшафтных условиях и при характерном уровне природопользования». Принципиальным следствием этого является возможность использования информации о пространственно-временных изменениях речного стока. Интерпретация такой информации – это «реальный путь к организации мо-



**Рис. 1 / Fig 1.** Влияние ландшафтно-экологических условий на водный сток малых рек / The influence of landscape-ecological conditions on small river runoff

Источник: составлено автором с использованием [4; 5; 6; 12]

ниторинга над природными и антропогенными изменениями окружающей среды» [2, 68].

В этой связи следует отметить ряд аспектов. Пространственный и временной компонент анализа обладают своими особенностями. Временные интервалы анализа влияют на логику индикации с учетом, помимо динамики климатических характеристик, также истории природопользования в бассейне реки. С точки зрения пространственного анализа важен учет разнообразия ландшафтных условий в бассейнах рек. В связи с этим следует подчеркнуть значение ненарушенных и слабонарушенных бассейнов рек (прежде всего с точки зрения почвенно-растительного покрова). Такие территории дают возможность оценить воздействие на сток различий природных условий, а при их сходстве – послужить «фоном» для оценки влияния антропогенного фактора. Не менее важна конкретизация цели и задач мониторинга (например, акцент на изучении нормы или режима стока) во взаимосвязи с приоритетами организации рационального природопользования в

бассейне малой реки (водоснабжение, рекреация, гидроэнергетика и т. д.).

### Выводы

Индикационная роль водного стока малых рек обусловлена тесной связью с ландшафтными условиями водосборов, которые в свою очередь испытывают влияние хозяйственной деятельности. Антропогенные изменения водного стока, выражающиеся в том числе в усилении его годовой амплитуды, определяются как прямой трансформацией почвенно-растительного покрова водосборов, вызывающей изменения в соотношении поверхностного и подземного стоков, так и косвенным влиянием через усиление стока наносов, превышающих эрозионно-транспортирующую способность малых рек, способствующих их заилению и частичному вырождению.

Связь с ландшафтно-экологической обстановкой в бассейне позволяет рассматривать изучение пространственно-временной изменчивости водного стока малых рек как геоэкологическую задачу. Её решение имеет значение для выработки практических рекоменда-

ций по организации рационального природопользования на бассейновом уровне. При этом разнообразие ландшафтно-экологических условий является основанием для возможности

использования дифференцированных подходов к управлению бассейнами малых рек и их водными ресурсами.

*Статья поступила в редакцию 09.11.2020*

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Алексеевский Н. И. Концепция геостока и состояние малых рек // Эрозионные и русловые процессы. Вып. 3. М.: МГУ, 2000. С. 66–75.
2. Алексеевский Н. И. Речной сток: географическая роль и индикационные свойства // Вопросы географии. Вып. 133. Географо-гидрологические исследования. М.: ИД Кодекс, 2012. С. 48–71.
3. Вендров С. Л., Коронкевич Н. И., Субботин А. И. Проблемы малых рек // Вопросы географии. Вып. 118. Малые реки. М.: Мысль, 1981. С. 11–18.
4. Владимиров А. М. Факторы формирования экстремального стока в маловодный сезон // Ученые записки Российского государственного гидрометеорологического университета. 2008. № 7. С. 13–22.
5. Владимиров А. М. Факторы, определяющие возникновение экстремальных расходов и уровней воды половодья // Ученые записки Российского государственного гидрометеорологического университета. 2009. № 9. С. 22–39.
6. Водограецкий В. Е. Антропогенное изменение стока малых рек. Ленинград: Гидрометеоздат, 1990. 175 с.
7. Горшков С. П. Организованность биосферы и устойчивое развитие // Жизнь Земли. 2015. Т. 37. С. 62–84.
8. Горшков С. П. Учение о биосфере. Введение. М.: Географический факультет МГУ, 2007. 118 с.
9. Зайцева И. С. Роль природных факторов при антропогенном изменении водных ресурсов малых рек Русской равнины // Вопросы географии. Вып. 118. Малые реки. М.: Мысль, 1981. С. 93–97.
10. Исаченко А. Г. Ландшафтоведение и физико-географическое районирование. М.: Высшая школа, 1991. 365 с.
11. Кичигин А. Н. Причины деградации русел малых рек Вологодской области // Геоморфология. 1992. № 1. С. 56–61.
12. Комлев А. М. Закономерности формирования и методы расчетов речного стока. Пермь: Пермский государственный университет, 2002. 162 с.
13. Коронкевич Н. И., Зайцева И. С., Ясинский С. В. Водорегулирующая роль лесов и проблемы малых рек // Лесная промышленность. 1997. № 1. С. 28–29.
14. Малые реки как наиболее уязвимое звено речной сети / Г. П. Бутаков, А. П. Дедков, А. Н. Кичигин, В. И. Мозжерин, В. Н. Голосов, А. Ю. Сидорчук, А. В. Чернов // Эрозионные и русловые процессы. Вып. 2. Материалы координационных совещаний вузов 1991–1995. М.: МГУ, 1996. С. 56–70.
15. Матвеев Н. П. Состояние пойм малых рек Московской области, их использование и охрана // Малые реки центра Русской равнины, их использование и охрана: сб. ст. / АН СССР, Моск. фил. Геогр. о-ва СССР; Отв. ред. Н. П. Матвеев. М.: МФГО, 1988. С. 61–70.
16. Николаев В. А. Ландшафтоведение: семинарские и практические занятия. М.: Географический фак. МГУ, 2006. 208 с.

17. Рохмистров В. Л. Малые реки Ярославского Поволжья. Ярославль: Издание ВВО РЭА, 2004. 54 с.
18. Ткачев Б. П., Булатов В. И. Малые реки: современное состояние и экологические проблемы. Новосибирск: ГПНТБ СО РАН, 2002. 113 с.
19. Формы проявления эрозионно-аккумулятивных процессов на малых речных водосборах / Г. П. Бутаков, О. П. Ермолаев, В. И. Мозжерин и др. // Эрозионные и русловые процессы. Луцк, 1991. С. 19–42.
20. Чернов А. В. Современное развитие малых рек центральных районов Европейской части СССР // Малые реки центра Русской равнины, их использование и охрана : сб. ст. / АН СССР, Моск. фил. Геогр. о-ва СССР; отв. ред. Н. П. Матвеев. М.: МФГО, 1988. С. 15–24.
21. Ясинский С. В. Современное гидроэкологическое состояние малых равнинных рек // Вопросы географии. Вып. 133. Географо-гидрологические исследования. М.: ИД Кодекс, 2012. С. 394–406.
22. Bell C. D., Wolfand J. M., Panos C. L., et al. Stormwater control impacts on runoff volume and peak flow: A meta-analysis of watershed modelling studies // Hydrological Processes. 2020. Vol. 34. Iss. 14. P. 3134–3152. DOI.
23. Eckart K., McPhee Z., Bolisetti T. Performance and implementation of low impact development // Science of The Total Environment. 2017. Vol. 607–608. P. 413–432.
24. Hagans D. K., Weaver W. E., Madej M. A. Long-term on-site and off-site effects of logging and erosion in the Redwood Creek basin, Northern California // Papers presented at the American Geophysical Union Meeting on Cumulative Effects. NCASI Technical Bulletin. 1986. № 490. P. 38–66.

#### REFERENCES

1. Alekseevskij N. I. [Geological runoff concept and the state of small rivers]. In: *Eroziionnye i ruslovye processy*. Vyp. 3 [Erosional and channel processes. Issue 3]. Moscow, Lomonosov Moscow State University Publ., 2000, pp. 66–75.
2. Alekseevskij N. I. [River Runoff: Geographical Role and Indicative Properties]. In: *Voprosy geografii*. Vyp. 133. *Geografo-gidrologicheskie issledovaniya* [Geography issues. Issue. 133. Geographic and hydrological research]. Moscow, ID Kodeks Publ., 2012, pp. 48–71.
3. Vendrov S. L., Koronkevich N. I., Subbotin A. I. [Problems of small rivers]. In: *Voprosy geografii*. Vyp. 118. *Malye reki* [Geography issues. Issue 118. Small rivers]. Moscow, Mysl' Publ., 1981, pp. 11–18.
4. Vladimirov A. M. [Factors in the formation of extreme runoff in dry season]. In: *Uchenye zapiski Rossiiskogo gosudarstvennogo gidrometeorologicheskogo universiteta* [Scientific Notes of the Russian State Hydrometeorological University], 2008, no. 7, pp. 13–22.
5. Vladimirov A. M. [Factors Determining the Occurrence of Extreme Flows and Flood Levels]. In: *Uchenye zapiski Rossiiskogo gosudarstvennogo gidrometeorologicheskogo universiteta* [Scientific Notes of the Russian State Hydrometeorological University], 2009, no. 9, pp. 22–39.
6. Vodogretskii V. E. *Antropogennoe izmenenie stoka malykh rek* [Anthropogenic change in the runoff of small rivers]. Leningrad, Gidrometeoizdat, 1990. 175 p.
7. Gorshkov S. P. [Organization of the biosphere and sustainable development]. *Zhizn' Zemli* [Life of the Earth], 2015, vol. 37, pp. 62–84.
8. Gorshkov S. P. *Uchenie o biosfere. Vvedenie* [The doctrine of the biosphere. Introduction]. Moscow, Faculty of Geography, Moscow State University Publ., 2007. 118 p.

9. Zaitseva I. S. [The role of natural factors in anthropogenic changes in the water resources of small rivers of the Russian plain]. In: *Voprosy geografii. Vyp. 118. Malye reki* [Geography issues. Issue 118. Small rivers]. Moscow, Mysl', 1981, pp. 93–97.
10. Isachenko A. G. *Landshaftovedenie i fiziko-geograficheskoe raionirovanie* [Landscape studies and physical-geographical zoning]. Moscow, Vysshaya shkola Publ., 1991. 365 p.
11. Kichigin A. N. [Causes of degradation of small river channels in the Vologda region]. In: *Geomorfologiya* [Geomorphology], 1992, no. 1, pp. 56–61.
12. Komlev A. M. *Zakonomernosti formirovaniya i metody raschetov rechnogo stoka* [Formation patterns and methods for calculating river runoff]. Perm', Perm' State University Publ., 2002. 162 p.
13. Koronkevich N. I., Zaitseva I. S., Yasinskii S. V. [Water regulating role of forests and problems of small rivers]. In: *Lesnaya promyshlennost'* [Forest industry], 1997, no. 1, pp. 28–29.
14. Butakov G. P., Dedkov A. P., Kichigin A. N., Mozzherin V. I., Golosov V. N., Sidorchuk A. Yu., Chernov A. V. [Small rivers as the most vulnerable link in the river network]. In: *Eroziionnye i ruslovye processy. Vyp. 2. Materialy koordinacionnyh soveshchaniy vuzov, 1991–1995*. Moscow, Moscow State University Publ., 1996, pp. 56–70.
15. Matveev N. P. [The state of floodplains of small rivers of the Moscow region, their use and protection]. In: *Malye reki centra Russkoj ravniny, ih ispol'zovanie i ohrana : sb. st.* [Small rivers of the center of the Russian plain, their use and protection: collection of articles]. Moscow, 1988, pp. 61–70.
16. Nikolaev V. A. *Landshaftovedenie: seminarские i prakticheskie zanyatiya* [Landscape studies: seminars and workshops]. Moscow, Faculty of Geography, Moscow State University Publ., 2006. 208 s.
17. Rokhmistrov V. L. *Malye reki Yaroslavskogo Povolzh'ya* [Small rivers of the Yaroslavl Volga region]. Yaroslavl', 2004. 54 p.
18. Tkachev V. P., Bulatov V. I. *Malye reki: sovremennoe sostoyanie i ekologicheskie problem* [Small rivers: current state and environmental problems]. Novosibirsk, State Public Scientific and Technical Library Publ., 2002. 113 s.
19. Butakov G. P., Ermolaev O. P., Mozzherin V. I. et al. [Forms of manifestation of erosion-accumulative processes in small river catchments]. In: *Eroziionnye i ruslovye process* [Erosional and channel processes]. Luck, 1991, pp. 19–42.
20. Chernov A. V. [Modern development of small rivers in the central regions of the European part of the USSR]. In: Matveev N. P., ed. *Malye reki centra Russkoj ravniny, ikh ispol'zovanie i ohrana: sb. st.* [Small rivers of the center of the Russian plain, their use and protection: collection of articles]. Moscow, Moscow Branch of the Geographical Society Publ., 1988, pp. 15–24.
21. Yasinskii S.V. [Modern hydroecological state of small lowland rivers]. In: *Voprosy geografii. Vyp. 133. Geografo-gidrologicheskie issledovaniya* [Problems of geography. Issue 133. Geographic and hydrological research]. Moscow, ID Kodeks Publ., 2012, pp. 394–406.
22. Bell C. D., Wolfand J. M., Panos C. L., et al. Stormwater control impacts on runoff volume and peak flow: A meta-analysis of watershed modelling studies. In: *Hydrological Processes*, 2020, vol. 34, iss. 14, pp. 3134–3152.
23. Eckart K., McPhee Z., Bolisetti T. Performance and implementation of low impact development. In: *Science of The Total Environment*, 2017, vol. 607–608, pp. 413–432.
24. Hagans D. K., Weaver W. E., Madej M. A. Long-term on-site and off-site effects of logging and erosion in the Redwood Creek basin, Northern California. In: *Papers presented at the American Geophysical Union Meeting on Cumulative Effects. NCASI Technical Bulletin*, 1986, no. 490, pp. 38–66.

**ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРЕ**

*Бортновский Захар Васильевич* – магистр экологии и природопользования, соискатель кафедры экологии и наук о Земле факультета естественных и инженерных наук Государственного университета "Дубна";  
e-mail: zakhar.rus@mail.ru

**INFORMATION ABOUT THE AUTHOR**

*Zakhar V. Bortnovsky* – master in ecology and nature management, extern of ecology and Earth science department, faculty of natural and engineering science, Dubna State University;  
e-mail: zakhar.rus@mail.ru

**ПРАВИЛЬНАЯ ССЫЛКА**

Бортновский З. В. Водный сток как индикатор ландшафтно-экологических условий бассейнов малых рек // Географическая среда и живые системы. 2021. № 1. С. 42–52.  
DOI: 10.18384/2712-7621-2021-1-42-52

**FOR CITATION**

Bortnovsky Z. V. Runoff as an indicator of landscape-ecological conditions in basins of small rivers. In: *Geographical Environment and Living Systems*, 2021, no. 1, pp. 42–52.  
DOI: 10.18384/2712-7621-2021-1-42-52

УДК 911.2

DOI: 10.18384/2712-7621-2021-1-53-69

## К ВОПРОСУ ОБ АНТРОПОГЕННОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ ПРИБРЕЖНЫХ ЗОН РЕК МОСКВЫ

**Санин А. Ю.**

*Государственный океанографический институт имени Н. Н. Зубова, Росгидромет  
119034, Москва, Кропоткинский пер., д. 6, Российская Федерация*

### **Аннотация**

**Цель.** Оценка антропогенной трансформации прибрежных зон рек Москвы и её последствий для природных ландшафтов и человека.

**Процедура и методы.** В исследовании используются следующие методы: анализ данных дистанционного зондирования, анализ фондовой и опубликованной литературы, метод аналогов, метод ключей (использование ключевых участков), метод полевых исследований, картографический метод, моделирование, сравнительно-описательный подход. Осуществлены наблюдения за процессом трансформации прибрежных зон основных рек Москвы в 2012–2020 гг.

**Результаты.** Был сделан вывод, что оптимальную оценку степени трансформации ландшафтов прибрежных зон даёт использование комплекса методов: в ходе полевых исследований и по собранному фотоматериалу, в результате оценки территории, занятой рудеральными видами растений (динамика этого показателя позволяет оценить скорость трансформации), с использованием карт и космических снимков, при помощи ГИС-технологий и математического моделирования.

**Теоретическая и/или практическая значимость.** Сформулированы предложения по мониторингу прибрежных зон рек, организации рекреационного и других видов хозяйственного использования и минимизации их вредного влияния на природу, сдерживанию неблагоприятных и опасных явлений природы, оптимизации управления природопользованием, в частности, необходимости обеспечения сохранения ограничений хозяйственной деятельности, предусмотренных действующим Водным Кодексом для водоохранных зон рек. Рекреационное использование долин рек предлагается считать приоритетным в силу сравнительно слабого воздействия на природные ландшафты и значительной ценности прибрежных зон рек в качестве мест отдыха.

**Ключевые слова:** Антропогенная трансформация ландшафтов, прибрежные зоны рек, долины рек, экологический каркас, рекреация, Водный кодекс, неблагоприятные и опасные явления природы

## ANTHROPOGENIC TRANSFORMATION OF THE COASTAL ZONES OF THE RIVERS OF MOSCOW

**A. Sanin**

*N.N. Zubov's State Oceanographic Institute, Roshydromet  
6, Kropotkinskiy per., 119034 Moscow, Russian Federation*

### Abstract

**Aim.** The aim of the research is to assess the anthropogenic transformation of the coastal zones of the rivers of Moscow and its consequences for the nature and humans.

**Methodology.** Use is made of the following methods: analysis of remote sensing data, analysis of literature, method of analogues, use of key areas, field research, mapping method, modeling, and comparative-descriptive approach. The process of transformation of the coastal zones of the main rivers of Moscow was examined in 2012–2020, during which the water protection zones of the rivers of Moscow were monitored by the N. N. Zubov State Oceanographic Institute, Roshydromet.

**Results.** The results allow a conclusion to be drawn that the extent of transformation of coastal landscapes can be appropriately assessed by using a complex of methods, which include field research, collection of photo materials, assessment of the percent of the territory occupied by ruderal plants (the dynamics of this indicator allows to estimate the speed of transformation), use of maps or satellite images, GIS, and mathematical modeling.

**Research implications.** Recommendations for monitoring coastal zones, rivers, organization of recreation and other economic activities and minimization of their harmful impact on nature are presented. It is shown that the adverse and dangerous natural processes within the coastal areas of rivers can be eliminated by optimizing environmental management, in particular, by ensuring the continued restrictions of economic activity provided by the current Water Codex for water protection zones of rivers. Recreational use of river coastal zones is proposed to be considered a priority due to the relatively weak impact on natural landscapes and the value of coastal areas of rivers as recreation areas.

**Keywords:** anthropogenic transformation of landscapes, river coastal zones, river valleys, ecological frame, recreation, Water codex, adverse and dangerous natural processes

### Введение

Актуальность исследования трансформации водосборных бассейнов и долин рек Москвы, разработка методов её оценки и рекомендаций по уменьшению негативного воздействия человека на природу обусловлена несколькими факторами:

1. Реки и их прибрежные зоны испытывают всё возрастающее антропогенное воздействие, что приводит к изменениям их природных ландшафтов, часто необратимым.

2. Долины рек Москвы играют важнейшую роль в экологическом каркасе города, представляя собой экокоридоры, многие из которых (Сетунь, Яуза,

Москва-река) «проникают» почти до Садового кольца, являясь так называемыми парагенетическими системами. Многие участки долин рек относятся к особо охраняемым природным территориям (например, природный заказник «Долина реки Сетунь» или большая часть водосборного бассейна реки Ички и её долины, которая расположена в пределах Национального парка «Лосиный остров»). Важность сохранения экологического каркаса Москвы, – а значит и ландшафтов речных долин, – обозначена в Экологической стратегии города Москвы до 2030 г. и во многих публикациях [11; 15; 17; 24; 29].

3. Долины рек Москвы играют важную рекреационную функцию для сотен тысяч, если не для миллионов москвичей. Они являются популярной зоной отдыха, расположенной в пешей доступности, либо местом для рекреации выходного дня, на дорогу к которому тратится существенно меньше времени, чем на поездки в Подмоскowie, не говоря уже о более отдалённых территориях.

4. Антропогенное воздействие на прибрежные зоны рек оказывает существенное влияние на качество водотоков, отчасти определяет перечень поступающих в них загрязняющих веществ и объёмы их поступления. В некоторых случаях реки могут быть загрязнены настолько, что вода в них становится непригодной не только для питьевого, но и коммунального использования, а их долины становятся малопривлекательными для рекреации.

Важность сохранения малых рек Москвы и ландшафтов их долин неоднократно подчеркивалась на федеральном и региональном уровнях:

Постановление Правительства Москвы от 17.06.03 № 450 «О Концепции по восстановлению малых рек и русловых водоёмов города Москвы и первоочередных мероприятиях по реализации Концепции на период 2003 – 2005 гг.»; Постановление Правительства РФ от 16.06.97 № 716 “Об утверждении Положения об осуществлении государственного контроля за использованием и охраной водных объектов”; Постановление Правительства РФ от 23.11.96 №1404 “Об утверждении Положения о водоохранных зонах водных объектов и их прибрежных защитных полосах.”

Начиная с 2012 г., почти ежегодно группой сотрудников Государственного океанографического института им. Н. Н. Зубова, в число которых входит и автор, осуществляется обследование-мониторинг водоохранных зон и прибрежных защитных полос рек Москвы. Целями проводимого мониторинга являются выявление нарушений действующего Водного кодекса в пределах водоохранных зон и прибрежных защитных полос, характеристика природных процессов, характерных для русел рек и их долин, включая неблагоприятные и опасные явления природы, а также характеристика сложившейся структуры природопользования речных долин и выявления антропогенного воздействия на них. Результаты работ отражены в отчётах по ГК между ФГБУ «ГОИН» и ГПБУ «Мосэкомониторинг» о выполнении работ по теме «Мониторинг водоохранных зон, дна и берегов водных объектов» в 2012–2014 и 2016–2020 гг. Регулярный и комплексный характер проводимых в рамках мониторинга работ (визуальные рекогносцировоч-

ные обследования, анализ фондовых и опубликованных данных, использование ГИС-технологий, промеры русел, взятие проб воды с их последующим анализом и т.д.), накопленные фото- и картографические материалы позволили получить достаточно полное представление о прибрежных зонах рек Москвы.

В имеющихся по теме исследования публикациях наибольшее внимание уделяют долине реки Москвы, в меньшей степени – её водосборному бассейну, и намного меньше – долинам и водосборным бассейнам прочих рек города. При этом, как правило, делается упор на качество воды в реках, на степень их загрязнения и на источники поступления загрязняющих веществ, на определение допустимых пределов поступления поллютантов в реки и на их концентрации на момент исследования.

Трансформации водосборных бассейнов рек Москвы, обусловленной деятельностью человека, уделяется заметно меньше внимания. Долины многих малых и даже средних рек частично или полностью засыпаны, а сами реки в этом случае заключены в подземные канализированные русла. По некоторым данным, из 120 рек, существовавших на территории «старой» Москвы, сохранилось не более 46 [19]. Формы флювиального микрорельефа, такие, как речные террасы или пойменные валы, эрозионные формы на склонах долин засыпаны. В других случаях русла рек спрямлены, что часто приводит к появлению многочисленных стариц, например, на Яузе или Ичке. Территория водосборных бассейнов, значительная часть водоохраных зон рек и даже часть территории речных

долин застроена инженерными сооружениями. Эти изменения (характерные, впрочем, не только для «старой» и в меньшей степени Новой Москвы, но и других городов, особенно крупных) отмечены во многих публикациях [5; 13; 19; 20; 25 и др.].

Недостаточно хорошо освещён вопрос о влиянии изменения рельефа Москвы человеком на динамику рельефа водосборных бассейнов рек, в том числе на интенсивность неблагоприятных и опасных явлений природы, на объём поступающего в реки стока в целом и твёрдого стока в частности, и, как следствие, на их годовой режим и на русловые процессы. Однако в целом природно-антропогенный рельеф Москвы, его влияние на хозяйственную деятельность, и, напротив, влияние хозяйственной деятельности на рельеф изучены достаточно хорошо. Большой вклад здесь сделан учеными Лаборатория геоморфологии Института географии РАН, в частности, Э. А. Лихачёвой, что нашло отражение во многих публикациях [1; 5; 13; 14; 30]. Они же в ряде публикаций разработали вопрос взаимодействия человека и рельефа на городских территориях в целом.

Перспективной представляется индикация степени трансформации водосборных бассейнов рек Москвы по состоянию растительности и её видовому составу, в частности, по распространению так называемых рудеральных видов: клёна американского, борщевика Сосновского и т. д.; а также по состоянию растительности в целом. Этому уделяется немалое внимание в отчётах о мониторинговых работах, проводимых сотрудниками ГОИН им. Н. Н. Зубова, а также в некоторых

публикациях [9; 29 и др.]. В целом вопрос разработан в науке в достаточной степени, что нашло отражение в ряде публикаций [3 и др.]. Оценка степени антропогенной трансформации долин рек и их водосборных бассейнов с помощью биологических индикаторов представляется достаточно простым методом, и в то же время он является одним из наиболее эффективных.

Важной вехой в решении вопросов, связанных с оценкой трансформации водосборных бассейнов Москвы, была подготовка и защита кандидатской диссертации Д. С. Савина: «Экологическая реабилитация долин малых рек г. Москвы (на примере рек Сетунь и Химка)» в 2004 г. Река Сетунь послужила ключевым участком и в диссертации на соискание учёной степени доктора географических наук А. С. Курбатовой, защищённой в 2004 г., (тема – «Ландшафтно-экологические основы формирования градостроительных структур Московского мегаполиса»). На примере реки Сетунь были рассмотрены и возможные способы экологического восстановления малых рек Москвы [27].

Особенно актуальными представляются исследования трансформации водосборных бассейнов рек Новой Москвы. Причин этому несколько.

– территории Новой Москвы исследованы намного хуже, чем «старой» (однако мониторинг рек, осуществляемый ГОИН. им. Н. Н. Зубова, охватывал и их, как и исследования учёных из лаборатории геоморфологии РАН [5; 13])

– после присоединения в 2012 г. Новой Москвы (территорий к юго-западу от «старой» Москвы), начинается

её активное хозяйственное освоение, особенно территорий, прилегающих к МКАДу (Московской кольцевой автодороге) и новым, уже открытым и перспективным, станциям метро, быстро увеличивается площадь, занятая жилыми массивами и дачными посёлками, резко возрастает плотность автодорожной сети

– сопоставление результатов изучения трансформации водосборных бассейнов Новой и «старой» Москвы позволит проследить разные стадии антропогенной трансформации водосборных бассейнов рек, так как трансформация водосборных бассейнов рек в Новой Москве, как правило, находится на более ранних стадиях, чем в «старой» Москве.

Другим актуальным направлением в изучении водосборных бассейнов рек Москвы представляется исследование так называемых парагенетических ландшафтных систем речных долин, которые являются важными структурными элементами экологического каркаса города в силу своей связанности с ещё сохранившимися ландшафтами Московской области. Примеры такой ландшафтной системы – долины рек Сетуни, Сходни и Яузы, что следует и из проводимого на них много лет мониторинга, и подтверждается в публикациях [2; 19; 27; 29]. В пределах водосборных бассейнов этих рек, особенно в пределах их водоохраных зон, немало участков характеризуются сравнительно хорошей сохранностью естественной растительности, однако, процент рудеральных видов на многих участках тоже, как правило, значительный. Для долин этих рек особую важность приобретает вопрос о сохранении их пойменных ландшафтов, ис-

пытывающих сильное антропогенное влияние [14; 17; 19; 27 и др.], так как даже создание в пределах пойм зон отдыха может привести к уничтожению многих видов растений, как это, например, происходит на Яузе [17].

К методам оценки степени антропогенной трансформации речных долин рек Москвы и их водосборных бассейнов по визуальным признакам относятся:

- оценка видового состава и состояния растительности, процент рудеральных видов и его изменения
- оценка объёма материала, смываемого в реки и изменение этого объёма по природным и антропогенным причинам
- здания и сооружения в пределах водосборных бассейнов рек, оценка доли застроенной территории
- оценка мезо- и микрорельефа в пределах водосборных бассейнов, активности различных рельефообразующих (флювиальных, склоновых, биогенных, антропогенных и т.д.) процессов

Для оценки антропогенной трансформации прибрежных зон рек урбанизированных территорий Москвы необходима организация ежегодного экологического мониторинга. «Мониторинг и исследования имеют большое практическое значение, так как позволяют определить уровень антропогенного воздействия на природные ландшафты, выявить негативные стороны природопользования, осуществить хозяйственную оценку различных участков, сформулировать рекомендации по оптимизации для органов управления и планирования» [18, с. 170]. Актуальность мониторинга урбанизированных территорий на фоне

всё возрастающего воздействия человека на природу в целом и в пределах городов в частности подтверждается не только научными статьями, но и защищёнными на эту тему диссертациями. Среди них можно выделить работу А. П. Сибарко «Мониторинг техногенного загрязнения земель промышленно-урбанистических территорий (на примере района Капотня г. Москвы)», защищённую в 2013 г., а также диссертации А. П. Сизова и В. А. Хабарова [22; 25].

Как и мониторинг в целом, мониторинг урбанизированных территорий (к которым относятся и многие долины рек, особенно в «старой» Москве) требует комплексного подхода, включает в себя применение данных дистанционного зондирования, полевые исследования, анализ имеющихся фондовых, литературных и картографических данных. К полевым методам относится группа геодезических методов, визуальные обследования, отбор проб грунта, вод и воздуха и их последующий лабораторный анализ, сбор фотоматериала.

В отличие от мониторинга слабо изменённых человеком ландшафтов, мониторинг урбанизированных территорий имеет следующие особенности:

1. Высокая пространственная и временная изменчивость объекта мониторинга – производственных, транспортных и инженерных сооружений и окружающей их территории. Для многих слабо изменённых человеком ландшафтов она намного меньше.

2. Сильное изменение рельефа человеком, подавление одних, свойственных ему, динамических процессов (например, эрозионных) и активизация других (например, аккумуляции

в реках за счёт увеличения твердого стока, техногенные оползни и т.д.), что необходимо учитывать при анализе результатов мониторинга.

3. Фрагментарность сравнительно сохранившихся (например, в парках, в долинах рек, в ООПТ на территории городов) природных ландшафтов, что делает их приоритетными объектами для мониторинга.

4. Сравнительная доступность объекта мониторинга для полевых работ, хорошая обеспеченность их картографическими, литературными и фондовыми материалами (особенно в сравнении с отдалёнными от крупных городов территориями).

Важным для мониторинга урбанизированных территорий является совмещение разновременных карт и космических снимков, что позволяет проследить изменения, происходившие за последние годы и десятилетия. В некоторых случаях удастся рассмотреть результаты изменений за более длительные промежутки времени, однако это осложняется существенными отличиями техники исполнения старых карт от современных, проблемами с их привязкой, которые не всегда удастся решить даже с помощью ГИС-технологий. Анализ временных изменений с использованием разновременных карт и космических снимков во многих случаях имеет смысл дополнить статистическим методом – построением динамических рядов развития тех или иных объектов в городах с последующим их математическим анализом [10; 18].

Мониторинг урбанизированных территорий решает как общие, так и частные вопросы. Среди последних особую важность имеет мониторинг

лесных и парковых зон в черте города, играющих важную роль в экологическом каркасе урбанизированных территорий, обеспечивающих, в частности, жителей городов чистым воздухом и возможностями для рекреации и психологической разгрузки. Прибрежные зоны рек Москвы ценны тем, что их значительная часть покрыта древесной растительностью. Вопросы мониторинга лесных и парковых территорий рассмотрены в [21].

Для накопления, анализа и обработки результатов мониторинга долин рек всё большее значение приобретают ГИС-технологии. Эта тенденция рассмотрена в ряде публикаций [6; 7; 12; 16; 22; 23; 26]. В зависимости от площади объекта мониторинга, поставленных задач и прочих факторов в качестве топографической основы ГИС могут быть использованы различные среднemasштабные и крупномасштабные карты и планы.

Вопросы мониторинга рекреационных территорий получили своё рассмотрение как в общем [5; 28; 29 и др.], так и на примере конкретных городов.

Как уже было сказано выше, реки и их прибрежные зоны являются неотъемлемой частью экологического каркаса города. Экологический каркас урбанизированных территорий играет важную роль для обеспечения комфортной жизни их жителей, а также в отношениях человека и природы в целом. Это обуславливает частые упоминания экологического каркаса (несмотря на сравнительную молодость этого понятия, предложенного только в 80-х гг. прошлого столетия) в работах, посвящённых экологическим проблемам городов и взаимоотношениям в них человека и природы. Понятие

«экологический каркас» расположено на стыке интересов различных наук и областей практической деятельности человека: социально-экономической географии, архитектуры и градостроительства, геурбанистики, почвоведения, биологии (так как важнейшим из компонентов экологического каркаса являются ООПТ).

В иностранной литературе [31; 32] рассматривается необходимость перехода к устойчивому развитию городов и выделяются проблемы, которые этому препятствуют, в частности, резкое снижение биологического разнообразия [31, с. 161]. Необходимым условием для устойчивого развития городов является защита и реставрация природных ландшафтов в их черте [31, с. 163]. Поддержание экологического каркаса позволяет обеспечить защиту и реставрацию природных систем, обеспечивает сохранение биологического разнообразия.

Встречаются работы, посвящённые экологическим каркасам отдельных природных территорий, в том числе и таким известным, как озеро Байкал, Волго-Ахтубинская пойма и т. д., а также отдельным административным субъектам, например, Московской области [17]. Её экокаркас, по понятным причинам, тесно связан с экокаркасом Москвы, в частности, одни и те же реки (Сетунь, Яуза, Сходня и т. д.) являются для них «сквозными» экокоридорами.

Встречаются и общие работы, рассматривающие экологический каркас городов в целом [11; 24 и др.]. К их числу можно отнести и работу И. М. Георгицы [4], ценность которой заключается, в частности, в подробной характеристике элементов экологического каркаса [4, с. 135].

Изучение экологических каркасов городов и подготовка рекомендаций по их укреплению и обеспечению стабильности невозможны без использования картографических методов, которые позволяют, в частности, выделить типы городских экологических каркасов: мозаичный (к которому относят экологический каркас Москвы [8]), периферийный и приречный. Картографические модели для экологических каркасов 15 крупнейших городов России предложены О. А. Климановой вместе с соавторами [8].

Результаты применения картографического метода для Москвы отражены в составленном под редакцией А. С. Курбатова атласе [2].

В целом для городов умеренного пояса наиболее значимыми по числу реализуемых услуг оказываются городские леса [8], что подчеркивает важность мониторинга речных долин и парковых территорий, для которых характерна древесная растительность.

### Результаты исследования

Среди результатов исследования прибрежных зон рек Москвы можно выделить следующие:

- типизация бассейнов и долин рек Москвы по степени антропогенной трансформации
- выявление признаков, позволяющих визуально оценить степень антропогенной трансформации прибрежных зон рек Москвы
- оценка роли рек и их долин для экологического каркаса Москвы
- разработка рекомендаций по минимизации негативного воздействия на прибрежные зоны рек Москвы, в частности, недопущения активизации

неблагоприятных и опасных явлений природы, им свойственных.

Полевое исследование водоохранных зон рек Москвы подтвердило значительную антропогенную трансформацию большинства из них. Отмечено, в частности, сильное влияние человека на рельеф, состояние растительности и её видовой состав, на интенсивность неблагоприятных и опасных явлений природы (НОЯ). Так, в центральной части города от Западного речного порта до Южного речного порта для долины реки Москва эрозионная моделировка берегов и элементов долины в пределах водоохранных зон практически нацело блокирована техногенным воздействием, в частности, сооружением набережных, облицовкой берегов каменными плитами, габионами, причалами и причальными стенками, отсыпкой отдельных участков водоохранных зон насыпным грунтом. Исключением являются продолжающееся развитие эрозионной сети на Воробьёвых горах и в Нескучном саду, несмотря на наличие Пушкинской и Воробьёвской набережных. Но отмечаются и случаи активизации НОЯ по вине человека.

#### ***Типы прибрежных зон рек Москвы по степени их антропогенной трансформации.***

Прибрежные зоны рек Новой Москвы освоены человеком сравнительно слабо, что касается «старой» Москвы, здесь степень трансформации заметно отличается от реки к реке. Однозначно реки, водосборные бассейны и даже долины которых являются примерами относительно слабого, сильного и среднего воздействия, выделить достаточно сложно, так как интенсивность антропогенного воздействия сильно изменяется при дви-

жении вниз (вверх) по течению и от участка к участку, если речь идёт о водосборном бассейне в целом. Можно говорить о нарастании интенсивности антропогенного воздействия при движении от МКАДа к центру города; для СЗАО (Северо-Западного административного округа) антропогенное воздействие в целом несколько меньше, чем для Юго-восточного АО (по другим АО однозначного сравнения нет, за исключением Центрального АО, реки которого изменены в наибольшей степени, и их большая часть (кроме Москвы) представляют собой подземные русла и никак не читаются ни в рельефе, ни на картах, ни на местности. Интенсивность антропогенной трансформации русел рек, их долин и водосборных бассейнов на конкретном участке определяется типом их хозяйственного использования в прошлом и настоящем.

Примером рек, чьи водосборные бассейны и долины характеризуются средней степенью трансформации, являются Раменка и Очаковка, слабой – река Ичка. Ещё слабее антропогенное воздействие на те реки, чьи водосборные бассейны полностью лежат в пределах парка «Лосиный остров», однако на них не проводился мониторинг силами сотрудников ГОИН (как раз в силу слабости антропогенного воздействия), что делает их менее репрезентативными ключевыми участками. Пример реки, чьё русло, долина и водосборный бассейн подверглись сильной антропогенной трансформации – Чертановка (за исключением её верхней части, которая расположена в Битцевском лесу). Степень антропогенной трансформации русел рек, их долин и водосборных бассейнов явля-

ется одним из критериев выбора участков для экологической реставрации.

### **Оценка роли рек и их долин для экологического каркаса Москвы**

В ходе исследования установлено, что хотя в литературе экологический каркас Москвы относят к типу «мозаичного» [8], фактически он несёт в себе явные черты двух других типов, периферийного и приречного, по крайней мере, в так называемой «Старой Москве». Черты периферийного типа обуславливают крупные лесопарковые комплексы на окраине – например, Битцевский лес, а также Национальный парк «Лосиный остров». Отчётливые черты принадлежности к приречному типу обеспечивают реки и их прибрежные зоны, которые соединяют центральную, наиболее урбанизированную часть города с менее изменёнными ландшафтами пригородов: Яуза, Сходня, Сетунь и сама Москва-река, а также большое количество малых рек со сравнительно слабоизменёнными ландшафтами в их природных зонах в целом. Долины рек являются экокоридорами, связывающими ядра каркаса – например, национальный парк «Лосиный остров», друг с другом и с менее изменёнными ландшафтами пригородов.

Без создания и сохранения полноценного экологического каркаса невозможно обеспечить комфортность проживания жителей на урбанизированных территориях.

### **Признаки антропогенной трансформации прибрежных зон рек Москвы**

К признакам антропогенной трансформации рек и их прибрежных зон относится плотность их застройки, протяжённость укреплённых участков берегов, процент участков с подзем-

ным и спрямлённым руслом, состояние и видовой состав растительного покрова, в частности, процент рудеральной растительности. Некоторые из этих признаков выявляются уже на этапе литературного обзора и анализа карт и космических снимков, другие – лишь в ходе полевых исследований.

Основным фактором, влияющим на видовой состав и состояние растительности, является антропогенное воздействие различного характера, что обычно для крупных мегаполисов и прилегающим к ним территориям. Меньшее, хотя тоже довольно заметное влияние на растительность оказывают природные русловые процессы: аккумуляция и денудация.

Для долин Чертановки, Лихоборки, Чермянки, Сетуни в нижнем течении и некоторых других рек на многих участках зафиксирован высокий процент рудеральной растительности, причём часто даже на тех участках, которые по внешним признакам «на первый взгляд» представляются сравнительно слабо затронутыми воздействием человека (зоны отдыха с древесной растительностью). Как правило, значительный процент рудеральных видов характерен для участков долин рек, смежных с промышленной застройкой.

### **Неблагоприятные и опасные явления природы в прибрежных зонах рек Москвы. Рекомендации по хозяйственному использованию прибрежных зон рек.**

Для рек Москвы и их прибрежных зон характерны такие неблагоприятные и опасные явления (НОЯ) природы, как эрозия берегов, образование малых эрозионных форм на склонах речных долин (рытвин, промоин, реже оврагов и небольших балок), склоно-

вые процессы (дефлюкция склонов, делювиальный смыв, оплывины, блоки отседания, реже – оползни), подтопление и заболачивание. Частично эти процессы взаимосвязаны, например, интенсивная боковая эрозия провоцирует активное образование блоков отседания. Часто перечисленные процессы провоцируются деятельностью человека. Укрепление берегов способствует активизации эрозионных процессов выше и ниже по течению (большинство рек Москвы на открытых участках русла характеризуются чередованием укрепленных разными способами и неукрепленных участков берега), сведение растительности на склонах долин рек провоцирует эрозионные процессы, подрезка склонов в ходе строительных работ и размещение тяжёлых сооружений в непосредственной близости от бровки склонов – оползневые. Несколько лет назад общественность Москвы активно обсуждала проект памятника князю Владимиру на смотровой площадке МГУ на Воробьёвых горах. Если некоторые из аргументов противников памятника (например, несовместимость науки и веры, что, по их мнению, не позволяет установить его рядом с МГУ) имели ярко выраженные атеистические черты (атеизм, как и вера в Бога, не является обязательным, поэтому такие аргументы не могут рассматриваться как единственно правильные, хотя никто не вправе запретить атеистам не верить в Бога, от этого Он никуда не денется), то другие представляются вполне обоснованными. Среди последних называлась стоимость противооползневых работ, которая бы значительно превысила стоимость возведения памятника. Историю с памятником

можно рассматривать как одно из доказательств реальности угрозы оползневых процессов, как и, собственно, строительство Главного здания МГУ на значительном расстоянии от склона долины реки Москва.

Многие НОЯ могут приводить к материальному ущербу, некоторые представляют угрозу для здоровья и даже жизни людей. В результате боковой эрозии русла или развития линейных эрозионных форм могут произойти повреждения строений и дорог, затопления и подтопления делают непригодными для рекреации обустроенные в долинах многих рек зоны отдыха, при сходе оползней или блоков отседания могут пострадать люди, оказавшиеся у бровки склона речной долины или у подножья склона. Для снижения негативного воздействия НОЯ рекомендуется следующее:

- мониторинг за НОЯ, особенно на тех участках, на которых они угрожают инженерным сооружениям;
- отказ (по возможности) от активного хозяйственного использования участков прибрежной зоны рек с активным проявлением НОЯ;
- проведение при необходимости противооползневых и берегоукрепительных работ, мониторинг состояния берегоукреплений там, где они уже имеются;
- расчистка при необходимости русел рек для снижения интенсивности процессов подтопления и затопления;
- информирование населения об опасностях, связанных с НОЯ (в частности, на информационных щитах в зонах отдыха).

Что касается хозяйственного использования рек в целом, как и для прибрежных зон морей и внутренних водо-

ёмов в других регионах, рекомендуется рассматривать рекреацию как приоритетный вид хозяйственной деятельности. Причин приоритетности этого вида природопользования несколько. Среди них можно выделить особенную привлекательность рек и их долин для рекреации вследствие сравнительной сохранности ландшафтов и наличие аттрактивного для туристов водного объекта. Для многих других видов, природопользования – например, промышленного, сельскохозяйственного (средней полосы) или транспортного (кроме Москвы-реки, по которой возможно судоходство), прибрежные зоны рек не более привлекательные, чем смежные территории, что является основанием для приоритетности их рекреационного использования. Что касается жилой застройки в прибрежных зонах, которая также пользуется особой популярностью, то с учётом положений Водного кодекса, запрещающего ограничивать доступ к реке, возможно лишь совмещение её с рекреационным использованием этих территорий.

Рекреационное использование долин является приоритетным и потому, что оно оказывает сравнительно небольшое воздействие на природные ландшафты, и способствует сохранению долин рек в качестве транспортных коридоров экологического каркаса (а в случае соблюдения определённых ограничений – и в качестве ядер, при создании в пределах долин рек особо охраняемых природных территорий).

### **Заключение**

Оценка антропогенной трансформации прибрежных зон рек актуальна в контексте вопроса о сохранении собственных им природных ландшафтов.

Более того, для оставшихся слабоизменённых долин рек актуален вопрос об их сохранении как форм рельефа, так как многие реки на территории Москвы к настоящему времени полностью или частично переведены в подземные русла, а их долины засыпаны, застроены и визуально уже неотличимы от смежных с ними междуречий. Слабоизменённые человеком долины рек играют важную роль, в частности, являются ключевыми звеньями экологического каркаса Москвы, частью зелёного пояса города и зонами отдыха для миллионов москвичей.

Наиболее эффективным для оценки антропогенной трансформации прибрежных зон рек Москвы представляется сочетание биоиндикационного подхода, полевых исследований, анализа карт и космических снимков, имеющейся литературы и использование ГИС-технологий.

В некоторых случаях в прибрежных зонах рек для человека серьёзную угрозу представляют неблагоприятные и опасные явления природы. Для уменьшения их негативного влияния рекомендуется избегать активного хозяйственного использования участков прибрежных зон, на которых активно проявляются неблагоприятные и опасные явления природы, на многих участках для защиты уже имеющихся зданий и сооружений необходимы берегоукрепительные и противооползневые работы или мониторинг состояния берегоукрепительных сооружений в случае их наличия. Представляется необходимым также информирование рекреантов и местных жителей о потенциальных угрозах со стороны НОЯ, расчистка русел для уменьшения интенсивности процессов заболачивания

и подтопления, в некоторых случаях – сдерживания развития малых эр-зионных форм (там, где они угрожают инженерным сооружениям).

*Статья поступила в редакцию 12.01.2021*

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Анализ устойчивости и динамичности рельефа города Москва / Э. А. Лихачёва, А. Н. Маккавеев, Г. П. Локшин, Л. А. Некрасова // Геоморфология. 2006. №4. С. 32–38.
2. Атлас экологического каркаса Москвы / под ред. А. С. Курбатовой. М.: Институт градостроительного и системного проектирования, 2014. 72 с.
3. Биоиндикация состояния окружающей среды Москвы и Подмосковья / под ред. Д. А. Кривоуцко. М.: Наука. 1982. 114 с.
4. Георгица И.М. Специфика городского экологического каркаса // Ярославский педагогический вестник. 2011. Т. 3 (Естественные науки). № 2. С. 133–136.
5. Город-экосистема / Э. А. Лихачёва, Д. А. Тимофеев, М. П. Жидков и др. М.: ИГРАН, 1996. 336 с.
6. Гриднев Д. З. Проектирование природно-экологического каркаса в составе градостроительной документации // Проблемы региональной экологии. 2009. № 6. С. 18–25.
7. Каган П. Б., Хоркина Ж. А., Зуева А. В. Мониторинг градостроительного развития городских территорий, в том числе с использованием информационных технологий // Инженерно-строительный журнал. 2012. № 9 (35). С. 3–8.
8. Климанова О. А., Колбовский Е. Ю., Илларионова О. А. Экологический каркас крупнейших городов Российской Федерации: современная структура, территориальное планирование и проблемы развития // Вестник Санкт-Петербургского университета. Науки о Земле. 2018. Т. 63. Вып. 2. С. 127–146.
9. Козлова М. В., Турсунова Г. Щ., Горелиц О. В. Инвазивные виды растений как индикаторы антропогенной нагрузки на территории водоохранных зон рек г. Москвы // Труды научного конгресса 19-го Международного научно-промышленного форума «Великие реки' 2017». Т. 1. Н. Новгород: Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет (ННГАСУ), 2017. С. 194–196.
10. Кондратьев И. И. Картография XVIII столетия: от артефакта к источнику (методика топографической адаптации картографических материалов XVIII века) // Вестник Тверского государственного университета. Серия: История. 2009. № 2. С. 90–98.
11. Кочуров Б. И., Курбатова А. С., Гриднев Д. З. Природно-экологический каркас в территориальном планировании муниципальных образований // Проблемы региональной экологии. 2010. №6. С. 186–194.
12. Крутских Н. В., Кравченко И. Ю. Использование космоснимков Landsat для геоэкологического мониторинга урбанизированных территорий // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2018. Т. 15. № 2. С. 159–170.
13. Лихачёва Э. А. Город – антропогенная геоэкологическая система // Геоморфология городских территорий: конструктивные идеи. М.: Медиа-ПРЕСС, 2017. С. 11–22.
14. Маккавеев А. Н., Лихачёва Э. А., Некрасова Л. А. Антропогенная трансформация водосборных бассейнов малых рек // Геоморфология городских территорий: конструктивные идеи. М.: Медиа-ПРЕСС, 2017. С. 70–79.
15. Маркова О. И. Особо охраняемые территории Москвы как основа экологического каркаса мегаполиса // Географическая среда и живые системы. 2020. №4. С. 28–47.
16. Медведева Ю. Д. Методика геоинформационного обеспечения управления объекта-

- ми недвижимости населенного пункта // Вестник Сибирского государственного университета геосистем и технологий (СГУТиТ). 2018. Т. 23. № 2. С. 171–184.
17. Медведков А. А., Ткачёв А. Ю. Актуальные приоритеты охраны природы в Московской области // Вестник Московского государственного областного университета. Серия: Естественные науки. 2018. № 2. С. 42–50.
  18. Мониторинг урбанизированных территорий: методы, технологии, результаты / А.Н. Бешенцев, Е. Э. Куклина, К. И. Калашников, Н. Д. Балданов // Вестник Сибирского государственного университета геосистем и технологий (СГУТиТ). 2020. Т. 25. № 2. С. 169–182.
  19. Орлов М. С., Авилова К. В. Долины малых рек Москвы: прошлое, настоящее, будущее // Геоэкология урбанизированных территорий. Сборник трудов Центра практической геоэкологии. М.: Центр практической геоэкологии (ЦПГ), 1996. С. 33–42.
  20. Оценка организованности антропогенно-геоморфологических систем Новой Москвы на основе синтеза экспертных и статистических оценок / Э. А. Лихачёва, С. В. Шварёв, Н. В. Аникина, Л. А. Некрасова // Геоморфология. 2017. № 2. С. 25–37.
  21. Рысин Л. П., Савельева Л. И., Рысин С. Л. Мониторинг лесов на урбанизированных территориях // Экология. 2004. № 4. С. 243–248.
  22. Сизов А. П. Городские земли: оценка качества, мониторинг, применение их результатов в регулировании землепользования: автореф. дис. докт. технических наук. М., 2006. 49 с.
  23. Сизов А. П. Новые подходы к картографированию результатов мониторинга земель сверхкрупного города // Известия высших учебных заведений. Геодезия и аэрофотосъёмка. 2010. № 5. С. 63–71.
  24. Сохина Э. Н. Экологический каркас территории как основа системного нормирования природопользования // Проблемы формирования стратегии природопользования. Владивосток; Хабаровск: Дальневосточное отделение Академии наук СССР, 1991. С. 194–200.
  25. Хабаров В.А. Комплексная геоэкологическая оценка урбанизированных территорий в условиях техногенеза: дис. докт. геогр. наук. М., 2003. 495 с.
  26. Цифровое картографическое обеспечение для управления городскими зелёными насаждениями / О. Н. Николаева, Л. К. Трубина, П. И. Муллаярова, В. И. Татаренко // Вестник Сибирского государственного университета геосистем и технологий (СГУТиТ). 2019. Т. 24. № 4. С. 132–141.
  27. Черных О. Н., Сабитов М. А. Типизированные приёмы экологического восстановления малых рек Москвы (на примере р. Сегушь) // Природообустройство. 2015. № 3. С. 57–64.
  28. Экологический мониторинг промышленно-урбанизированных территорий с использованием новой системы их зонирования / В. В. Вершинин, А. С. Нартов, В. М. Ретивов, Р. Н. Холин // Землеустройство, кадастр и мониторинг земель. 2020. № 2. С. 43–57.
  29. Экологические решения в Московском мегаполисе / А. С. Курбатова, В. Н. Башкин, М. С. Мягков, Д.С. Савин. Смоленск: Маджента, 2004. 576 с.
  30. Эколого-геоморфологические критерии оценки городской территории / Э. А. Лихачёва, Д. А. Тимофеев, Г. П. Локшин, Н. С. Просунцева // Геоморфология. 1999. № 3. С. 18–26.
  31. Yigitcanlar, T., Dizdaroglu, D. Ecological approaches in planning for sustainable cities: A review of the literature. In: *Global Journal Environmental Science Management*, March 2015, no. 1 (2), pp. 159–188.
  32. Nixon, J. Sustainable economic development: Initiatives, programs, and strategies for cities and regions. New York, Urban Sustainability Associates Publ., 2009. 46p.

## REFERENCES

1. Likhacheva E. A., Makkaveev A. N., Lokshin G. P., Nekrasova L. A. [Analysis of the stability and dynamism of the relief of the city of Moscow]. In: *Geomorfologiya* [Geomorphology], 2006, no. 4, pp. 32–38.
2. Kurbatova A. S., ed. *Atlas ekologicheskogo karkasa Moskvy* [Atlas of the ecological framework of Moscow]. Moscow, Institute of Urban Planning and System Design Publ., 2014. 72 p.
3. Krivolutskii D. A., ed. *Bioindikatsiya sostoyaniya okruzhayushchei sredy Moskvy i Podmoskov'ya* [Bioindication of the state of the environment in Moscow and the Moscow region]. Moscow, Nauka Publ., 1982. 114 p.
4. Georgitsa I. M. [The specifics of the urban ecological framework]. In: *Yaroslavskii pedagogicheskii vestnik* [Yaroslavl Pedagogical Bulletin], 2011, vol. 3 (Natural Sciences), no. 2. pp. 133–136.
5. Likhacheva E. A., Timofeev D. A., Zhidkov M.P., et al. *Gorod-ekosistema* [City-ecosystem]. Moscow, IGRAN Publ., 1996. 336 p.
6. Gridnev D. Z. [Design of a natural and ecological framework as part of urban planning documentation]. In: *Problemy regional'noi ekologii* [Problems of regional ecology], 2009, no. 6, pp. 18–25.
7. Kagan P. B., Khorkina Zh. A., Zueva A. V. [Monitoring of urban development of urban areas, including with the use of information technologies]. In: *Inzhenerno-stroitel'nyi zhurnal* [Civil Engineering magazine], 2012, no. 9 (35), pp. 3–8.
8. Klimanova O. A., Kolbovskii E. Yu., Illarionova O. A. [Ecological framework of the largest cities of the Russian Federation: modern structure, territorial planning and development problems]. In: *Vestnik Sankt-Peterburgskogo universiteta. Nauki o Zemle* [Bulletin of the Saint Petersburg University. Earth Sciences], 2018, vol. 63, iss. 2, pp. 127–146.
9. Kozlova M. V., Tursunova G. Shch., Gorelits O. V. [Invasive plant species as indicators of anthropogenic load on the territory of water-protected areas of the rivers of Moscow]. In: *Trudy nauchnogo kongressa 19-go Mezhdunarodnogo nauchno-promyshlennogo foruma "Velikie reki' 2017"* [Proceedings of the Scientific Congress of the 19th International Scientific and Industrial Forum "Great Rivers' 2017"]. Vol. 1. N. Novgorod, Nizhny Novgorod State University of Architecture and Civil Engineering (NNGASU) Publ., 2017, pp. 194–196.
10. Kondrat'ev I. I. [Cartography of the XVIII century: from the artifact to the source (the method of topographic adaptation of cartographic materials of the XVIII century)]. In: *Vestnik Tverskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: Istoriya* [Bulletin of the Tver State University. Series: History], 2009, no. 2, pp. 90–98.
11. Kochurov B. I., Kurbatova A. S., Gridnev D. Z. [Natural and ecological framework in the territorial planning of municipalities]. In: *Problemy regional'noi ekologii* [Problems of regional ecology], 2010, no. 6, pp. 186–194.
12. Krutskikh N. V., Kravchenko I. Yu. [Use of Landsat satellite images for geoecological monitoring of urbanized areas]. In: *Sovremennye problemy distantsionnogo zondirovaniya Zemli iz kosmosa* [Modern problems of remote sensing of the Earth from space], 2018, vol. 15, no. 2, pp. 159–170.
13. Likhacheva E. A. [City-anthropogenic geoecosystem]. In: *Geomorfologiya gorodskikh territorii: konstruktivnye idei* [Geomorphology of urban areas: constructive ideas]. Moscow, Media-PRESS Publ., 2017. pp. 11–22.
14. Makkaveev A. N., Likhacheva E. A., Nekrasova L. A. [Anthropogenic transformation of small river catchment basins]. In: *Geomorfologiya gorodskikh territorii: konstruktivnye idei* [Geomorphology of urban areas: constructive ideas]. Moscow, Media-PRESS Publ., 2017, pp. 70–79.

15. Markova O.I. [Specially protected areas of Moscow as the basis of the ecological framework of the metropolis]. In: *Geograficheskaya sreda i zhivye sistemy* [Geographic environment and living systems], 2020, no. 4, pp. 28–47.
16. Medvedeva Yu. D. [Methods of geoinformation support for the management of real estate objects in the locality]. In: *Vestnik Sibirskogo gosudarstvennogo universiteta geosistem i tekhnologii (SGUTiT)* [Bulletin of the Siberian State University of Geosystems and Technologies (SGUGiT)], 2018, vol. 23, no. 2, pp. 171–184.
17. Medvedkov A. A., Tkachev A. Yu. [Current priorities of nature protection in the Moscow Region]. In: *Vestnik Moskovskogo gosudarstvennogo oblastnogo universiteta. Seriya: Estestvennyye nauki* [Bulletin of the Moscow State Regional University. Series: Natural Sciences], 2018, no. 2, pp. 42–50.
18. Beshentsev A. N., Kuklina E. E., Kalashnikov K. I., Baldanov N. D. [Monitoring of urbanized territories: methods, technologies, results]. In: *Vestnik Sibirskogo gosudarstvennogo universiteta geosistem i tekhnologii*
19. Orlov M. S., Avilova K. V. [Moscow's Small River Valleys: past, present, and future]. In: *Geoekologiya urbanizirovannykh territorii. Sbornik trudov Tsentra prakticheskoi geoekologii* [Geoecology of urbanized territories. Proceedings of the Center for Practical Geoecology]. Moscow, Center for Practical Geoecology (CPG) Publ., 1996, pp. 33–42.
20. Likhacheva E. A., Shvarev S. V., Anikina N. V., Nekrasova L. A. [Assessment of the organization of the anthropogenic-geomorphological systems of New Moscow based on the synthesis of expert and statistical assessments]. In: *Geomorfologiya* [Geomorphology], 2017, no. 2, pp. 25–37.
21. Rysin L. P., Savel'eva L. I., Rysin S. L. [Monitoring of forests in urbanized areas]. In: *Ekologiya* [Ecology], 2004, no. 4, pp. 243–248.
22. Sizov A. P. *Gorodskie zemli: otsenka kachestva, monitoring, primeneniye ikh rezul'tatov v regulirovaniy zemlepol'zovaniya: avtoref. dis. dokt. tekhnicheskikh nauk* [Gorodskie zemli: otsenka kachestva, monitoring, primeneniye ikh rezul'tatov v regulirovaniy zemlepol'zovaniya: Abstract of D. Thesis in Technical Sciences]. Moscow, 2006. 49 p.
23. Sizov A. P. [New approaches to mapping the results of monitoring the land of a super-large city]. In: *Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedenii. Geodeziya i aerofotozemka* [News of higher educational institutions. Geodesy and aerial photography], 2010, no. 5m, pp. 63–71.
24. Sokhina E. N. [Ecological framework of the territory as the basis of the system regulation of nature use]. In: *Problemy formirovaniya strategii prirodopol'zovaniya* [Problems of the formation of the strategy of nature management]. Vladivostok, Khabarovsk, Far Eastern Branch of the USSR Academy of Sciences Publ., 1991, pp. 194–200.
25. Khabarov V. A. *Kompleksnaya geoekologicheskaya otsenka urbanizirovannykh territorii v usloviyakh tekhnogeneza: dis. dokt. geogr. nauk* [Integrated geoecological assessment of urbanized territories in the conditions of technogenesis: D. Thesis in Geographical Sciences]. Moscow, 2003. 495 p.
26. Nikolaeva O. N., Trubina L. K., Mullayarova P. I., Tatarenko V. I. [Digital mapping software for urban green space management]. In: *Vestnik Sibirskogo gosudarstvennogo universiteta geosistem i tekhnologii (SGUTiT)* [Bulletin of the Siberian State University of Geosystems and Technologies (SGUGiT)], 2019, vol. 24, no. 4, pp. 132–141.
27. Chernykh O. N., Sabitov M. A. [Typified methods of ecological restoration of small rivers of Moscow (on the example of the Setun river)]. In: *Prirodoobustroistvo* [Nature management], 2015, no. 3, pp. 57–64.
28. Vershinin V. V., Nartov A. S., Retivov V. M., Kholin R. N. [Environmental monitoring of industrial and urbanized territories using a new zoning system]. In: *Zemleustroistvo, kadastr i monitoring zemel'* [Land management, cadastre and land monitoring], 2020, no. 2, pp.43–57.

29. Kurbatova A. S., Bashkin V. N., Myagkov M. S., Savin D. S. *Ekologicheskie resheniya v Moskovskom megapolise* [Environmental solutions in the Moscow Metropolis]. Smolensk, Madzhenta Publ., 2004. 576 p.
  30. Likhacheva E. A., Timofeev D. A., Lokshin G. P., Prosuntseva N. S. [Ecological and geomorphological criteria for assessing the urban area]. In: *Geomorfologiya* [Geomorphology], 1999, no. 3, pp. 18–26.
  31. Yigitcanlar T., Dizdaroglu D. Ecological approaches in planning for sustainable cities: A review of the literature. In: *Global Journal Environmental Science Management*, March 2015, no. 1 (2), pp. 159–188.
  32. Nixon J. Sustainable economic development: Initiatives, programs, and strategies for cities and regions. New York, Urban Sustainability Associates Publ., 2009. 46p.
- 

#### ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРЕ

Санин Александр Юрьевич – кандидат географических наук, старший научный сотрудник отдела информационного обеспечения морской и водохозяйственной деятельности, Государственный океанографический институт им. Н. Н. Зубова; Федеральная служба России по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды (Росгидромет); e-mail: eather86@mail.ru

#### INFORMATION ABOUT THE AUTHOR

Aleksandr Yu. Sanin – Cand. Sci. (Geography), Senior Researcher of the Department of Information Support of Marine and Water Management Activities, N.N.Zubov State Oceanographic Institute; Russian Federal Service for Hydrometeorology and Environmental Monitoring (Roshydromet); e-mail: eather86@mail.ru

---

#### ПРАВИЛЬНАЯ ССЫЛКА НА СТАТЬЮ/

Санин А. Ю. К вопросу об антропогенной трансформации прибрежных зон рек Москвы // Географическая среда и живые системы. 2021. № 1. С. 53–69.  
DOI: 10.18384/2712-7621-2021-1-53-69

#### FOR CITATION

Sanin A. Yu. Anthropogenic transformation of the coastal zones of the rivers of Moscow. In: *Geographical Environment and Living Systems*, 2021, no. 1, pp. 53–69.  
DOI: 10.18384/2712-7621-2021-1-53-69

# ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ГЕОГРАФИЯ И ВЫЗОВЫ ПРОСТРАНСТВЕННОГО РАЗВИТИЯ

---

УДК 332.132; 911.3

DOI: 10.18384/2712-7621-2021-1-70-92

## ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ ТЕРРИТОРИАЛЬНОГО ПЛАНИРОВАНИЯ ФОРМИРУЮЩИХСЯ АГЛОМЕРАЦИЙ (НА ПРИМЕРЕ КОНЦЕПЦИИ РАЗВИТИЯ МАХАЧКАЛИНСКОЙ АГЛОМЕРАЦИИ)

**Крылов П. М.<sup>1</sup>, Митигами М.<sup>2</sup>, Семина И. А.<sup>3</sup>, Сидоров В. П.<sup>4</sup>, Филичкина Д. А.<sup>5</sup>**

<sup>1</sup> *Московский государственный областной университет  
141014, Московская обл., г. Мытищи, ул. Веры Волошиной, д. 24,  
Российская Федерация*

<sup>2</sup> *Университет Ниигаты  
950-2181, Япония, г. Ниигата*

<sup>3</sup> *Национальный исследовательский Мордовский государственный университет  
430005, Республика Мордовия, г. Саранск, ул. Большевикская, д. 68,  
Российская Федерация*

<sup>4</sup> *Удмуртский государственный университет  
426034, Россия, г. Ижевск, ул. Университетская, д. 1, Российская Федерация*

<sup>5</sup> *Московский государственный институт международных отношений (университет)  
Министерства иностранных дел Российской Федерации  
119454, Москва, проспект Вернадского, д. 76, Российская Федерация<sup>1</sup>*

### **Аннотация**

**Цель.** Целью данной работы является анализ проблем и перспектив территориального планирования современных российских агломераций. Объектом настоящего исследования является Махачкалинская агломерация. Предметом исследования – проблемы территориального планирования в рамках создания концепции Махачкалинской агломерации.

**Процедура и методы.** Авторы анализируют современное состояние территориального планирования в России применительно к городским агломерациям. Показана позиция

---

© СС ВУ Крылов П. М., Митигами М., Семина И. А., Сидоров В. П., Филичкина Д. А., 2021.

федеральных органов исполнительной власти по данному вопросу. В статье (на основе материалов ОАО «Гипрогор») проведен анализ территориальных ресурсов развития территории Махачкалинской агломерации. Был применён SWOT-анализ для выявления сильных и слабых сторон территории, возможностей и угроз её развития.

**Результаты.** На современном этапе регионального развития активизируются агломерационные процессы, связанные с поляризованным развитием территории, формированием отдельных опорных центров, узлов развития (что свидетельствует о развитии экономической системы, развитости систем расселения и организации территории). Махачкалинская агломерация отвечает всем критериям сложившихся агломераций – это высоко урбанизированная территория, с высоким уровнем концентрации населения, труда и капитала, производительных сил в целом, с устойчивыми агломерационными связями (прежде всего маятниковая трудовая миграция), при обеспечении хорошей транспортной доступности до центра агломерации. Агломерация имеет региональные особенности – приморское и приграничное, с другими государствами, транзитное положение. Развитие агломерации ограничено, прежде всего, территорией, ее ресурсами, а также инвестиционным климатом и инвестиционными ресурсами.

**Теоретическая и/или практическая значимость.** Работа имеет теоретическую и практическую значимость. В статье показаны и структурированы проблемы и процедуры территориального планирования Махачкалинской агломерации. В выполненной работе использованы общие методологические и методические подходы к разработке схем территориального планирования регионального уровня, с учётом специфики экономики и организации территории агломерации.

**Ключевые слова:** региональное развитие, стратегия пространственного развития, территориальное планирование, схема территориального планирования, городская агломерация, концепция агломерации, Махачкалинская агломерация, SWOT-анализ

## PROBLEMS AND PROSPECTS FOR TERRITORIAL PLANNING OF EMERGING AGGLOMERATIONS (ON THE EXAMPLE OF THE CONCEPT OF THE DEVELOPMENT OF THE MAKHACHKALA AGGLOMERATION)

*P. Krylov<sup>1</sup>, M. Michigami<sup>2</sup>, I. Semina<sup>3</sup>, V. Sidorov<sup>4</sup>, D. Felichkina<sup>5</sup>*

*<sup>1</sup>Moscow Region State University*

*24, ul. Very Voloshinoy, 141014 Mytishchi, Moscow region, Russian Federation*

*<sup>2</sup>Niigata University*

*8050 Ikarashi 2-no-cho, Nishi-ku, Niigata ZIP 950-2181, JAPAN*

*<sup>3</sup>National Research Mordovian State University*

*68, ul. Bol'shevistskaya, 430005 Saransk, Republic of Mordovia, Russian Federation*

*<sup>4</sup>Udmurt State University*

*1, ul. Universitetskaya, 426034 Izhevsk, Udmurtia, Russian Federation*

*<sup>5</sup>MGIMO University of the Ministry of Foreign Affairs of the Russian Federation*

*76, prosp. Vernadskogo, 119454 Moscow, Russian Federation*

**Abstract.**

**Aim.** The purpose of this work is to analyze the problems and prospects for territorial planning of modern Russian agglomerations. The object of this study is the Makhachkala agglomeration. The subject of the study is the problems of territorial planning in the framework of the creation of the concept of the Makhachkala agglomeration.

**Methodology.** The current state of territorial planning in Russia is analyzed in relation to urban agglomerations. The position of the federal executive authorities on this issue is shown. The paper (based on the materials of JSC "Giprogor") analyzes the territorial resources of the development of the territory of the Makhachkala agglomeration. SWOT analysis is used to identify the strengths and weaknesses of the territory, as well as opportunities and threats to its development.

**Results.** At the present stage of regional development, agglomeration processes are becoming more active, associated with the polarized development of the territory, the formation of separate support centers, and development nodes (which indicates the development of the economic system and the development of settlement systems and organization of the territory). The Makhachkala agglomeration meets all the criteria of the existing agglomerations – it is a highly urbanized territory, with a high level of concentration of population, labor and capital, as well as productive forces in general.

**Research implications.** The paper shows and structures the problems and procedures of territorial planning of the Makhachkala agglomeration. Use is made of general methodological and methodological approaches to the development of territorial planning schemes at the regional level, taking into account the specifics of the economy and the organization of the agglomeration territory.

**Keywords:** regional development, spatial development, strategy territorial planning, territorial planning scheme, urban agglomeration, agglomeration concept, Makhachkala agglomeration, SWOT analysis

**Введение**

В современных условиях вопросы регулирования пространственной организации хозяйства становятся ключевыми в функциональном базисе России. При этом в качестве приоритетов регионального развития Российской Федерации на период до 2025 г. названа поддержка развития городских агломераций, которые формируют вектор и целевые установки стратегии пространственного развития страны [5].

При колоссальной значимости агломераций в современном и перспективном развитии страны, в её инвестиционном развитии, их сущность и тесная взаимосвязь с остальным заселенным пространством России, место и значение в жизни общества, в обществен-

ном прогрессе, в рационализации территориального устройства страны до сих пор не осознаны всерьёз в органах власти. Агломерации не отражены в законодательно-правовых документах государства, отсутствуют в статистическом учёте, использование их территории никоим образом не контролируется.

**Материалы и методы исследования**

За основу настоящей работы приняты материалы ОАО «Гипрогор», подготовленные в рамках создания концепции Махачкалинской агломерации в 2015–2018 гг.<sup>1</sup>. Основная часть источников информации – ма-

<sup>1</sup> Госконтракт №0103200002515000001/15.

териалы государственной и муниципальной статистики территориального органа Росстата по Республике Дагестан. Также были использованы нормативные и правовые акты федерального, регионального и муниципального уровней; материалы проведенного обследования транспортных потоков на территории агломерации и разнообразная информация, предоставленная органами исполнительной власти Республики Дагестан и отдельными муниципальными образованиями. Объектом настоящего исследования является Махачкалинская агломерация. Предметом исследования – проблемы территориального планирования в рамках создания концепции Махачкалинской агломерации.

### **Городские агломерации с позиций территориального планирования в России<sup>1</sup>**

Формирование агломераций на базе крупных и крупнейших городов – общемировой процесс, не обошедший и Россию. Агломерирование зон влияния крупных городов – естественный процесс на определённой стадии развития урбанизации государства и его регионов [8]. В России практически все агломерации (кроме Санкт-Петербургской) оформились в XX в. и в большой мере связаны с её индустриальным развитием.

В Российской Федерации нет общепринятого определения агломерации или более часто употребляемого понятия «городская агломерация». Органами власти предложено четыре варианта понятия «городская

агломерация»<sup>2</sup>. Согласно первому – *«городская агломерация – это исторически сложившаяся устойчивая система компактного проживания городских поселений и пригородных территорий, включающая зоны и объекты различного назначения, устойчиво связанные между собой»*. Второй вариант – *«исторически сложившаяся система городских и сельских поселений, а также пригородных территорий, объединённых общностью хозяйственных и социальных связей»*. Третий вариант – городская агломерация трактуется как *«совокупность населённых пунктов, состоящая из центра городской агломерации и городов-спутников, расположенных на территории одного или нескольких субъектов РФ, объединённых устойчивыми экономическими и социальными связями»*. Наиболее развёрнута четвёртая версия – *«совокупность населённых пунктов, включающая территории городских округов или городских поселений и близлежащих к ним иных муниципальных образований, функционально объединяемых для усиления интенсивности хозяйственных, трудовых, транспортных, научно-образовательных, культурно-бытовых, рекреационных и иных связей в целях создания качественного пространства проживания и ведения хозяйственной деятельности»*<sup>3</sup>.

<sup>1</sup> При написании раздела использованы материалы ОАО «Гипрогор».

<sup>2</sup> В Совфеде обсудили, что считать городскими агломерациями // Парламентская газета <https://www.pnp.ru/politics/v-sovfede-obsudili-chto-schitat-gorodskimi-aglomeracijami.html> (дата обращения: 10.03.2021).

<sup>3</sup> В 2020 г. Минэкономразвития России предложило также следующее определение: «городской агломерацией предлагается считать территорию городского округа либо городского округа с внутригородским делением, либо города федерального значе-

В настоящее время во всей России происходит «стягивание» населения в ведущие узлы опорного каркаса территории, на ареалы с наибольшим потенциалом развития, каковыми являются агломерации, при «оголении» остальной территории, ее периферии [2; 4; 11]. При этом в пределах «своего» субъекта у агломерации нет конкурентов за мигрантов, она достаточно привлекательна для населения, в том числе для наиболее «качественного» населения, за счет более высокого уровня жизни по сравнению с остальной территорией [1; 12]. Однако в дальнейшем вероятно развитие многих агломераций России в условиях длительной депопуляции.

В условиях России, с её гигантскими пространствами и расстояниями, крупные города и, в разной степени, сформировавшиеся на их основе агломерации, являются наиболее значимыми элементами опорного каркаса страны. Расположение агломераций в России совпадает с основной полосой расселения, а степень их развитости убывает с запада на восток. Большинство развитых агломераций расположены в европейской части страны [8]. Представляется, что процесс формирования агломераций на территории страны практически завершился.

В ряде стран понятие «агломерация населённых мест» трактуется шире, чем в России, в т. ч. больше диапазон людности центров, формирующих агломерации. Во Франции, например, это понятие применяется также

---

ния, объединенную с территориями иных муниципальных образований устойчивыми социальными, экономическими и хозяйственными связями».

к группе территориально сближенных небольших городских или сельских поселений.

Градостроительный кодекс РФ, как и закон от 06.10.2003 г. № 131-ФЗ<sup>5</sup>, создают преграды для эффективного агломерационного развития: развитие города ограничено чертой города (городского округа) и любое финансирование, выходящее за их пределы, рассматривается как нецелевое<sup>1</sup>. В стратегических документах федерального и регионального уровней вопросы расселения, агломераций, организации пространства практически не рассматриваются. Социально-экономические и демографические последствия неуправляемого развития населенных мест, в т. ч. городов и сопряженных с ними территорий, с учетом особенностей пространства страны недооцениваются. Здесь могут быть уместны известные слова генерала Де Голля: «Франция во второй мировой войне понесла меньше потерь, чем от ошибок в градостроительстве»<sup>2</sup>.

Известны примеры трансформации среды отдельных городов и агломерированных территорий по решению «сверху», с вложением существенных федеральных средств, принятые без учёта стратегической пространственной концепции для страны в целом, без профессионального обоснования, предваряющего принимаемые решения (сюда можно отнести проекты проведения крупных международных, включая спортивные, мероприятий).

---

<sup>1</sup> Федеральный закон № 131-ФЗ от 06.10.2003 г. «Об общих принципах организации местного самоуправления в России».

<sup>2</sup> Попов А. А иначе не выжить! // Эксперт: [сайт]. URL: <https://expert.ru/2011/03/17/nache-ne-vyizhiti> (дата обращения: 10.03.2021).

Следует отдавать себе отчет в том, что ценой реализации провозглашенной модели поляризованного развития с высокой вероятностью может стать проблема исчезновения сотен городских и сельских населённых пунктов, утрата сельскохозяйственных земель, других освоенных и обустроенных территорий и культурных ландшафтов, резкое сужение многообразия поселенческой сети, условий для саморазвития существующих населенных пунктов на базе местных ресурсов [2; 4; 11].

Внимание к агломерированным формам расселения и разработке Схем территориального планирования (далее СТП) агломераций в новых социально-экономических условиях страны начало проявляться с первого десятилетия XXI в.

Пока невелик опыт территориального планирования агломераций России. Ныне упраздненное Министерство регионального развития Российской Федерации в сентябре 2014 г. обозначило 16 пилотных проектов по апробации и совершенствованию механизмов управления развитием городских агломераций: Барнаульская, Кузбасская, Красноярская, Новосибирская, Сочинско-Туапсинская, Владивостокская, Южно-Башкортостанская, Махачкалинско-Каспийская<sup>1</sup>, Самаро-Тольяттинская, Горнозаводская (Свердловская обл.), Ставропольская, Тульская, Ульяновско-Дмитровградская, Челябинская, Березниковско-Соликамская, Абакано-Черногорская (по имеющимся сведениям,

приведенный перечень подлежит корректировке). Минрегион России предусматривал, что пилотный проект продлится три года и будет считаться реализованным, если в отношении агломерации будут разработаны документы стратегического и территориального планирования, сформирована система управления, определен перечень приоритетных для развития агломерации инвестиционных проектов и механизм финансового обеспечения мероприятий дорожной карты<sup>2</sup> [10; 14].

Представляется, что процесс организации работ по территориальному планированию таких пространственно-сложных объектов, как агломерации, крайне неудовлетворителен. Из-за действующей практики государственных закупок эти работы осуществляется в невообразимо короткие сроки и при определяющих показателях стоимости и продолжительности разработки.

Следует отметить, что проектирование агломераций, например, в Европе, комплексными коллективами проектировщиков осуществляется годами, с последующей корректировкой работ по истечении проектного срока или в связи с выработкой новых подходов, стратегических градостроительных замыслов (яркий пример – Парижская агломерация).

В российских программно-стратегических документах, как правило, не учитывается или ограниченно учитывается влияние потенциала положения, градостроительных особенностей территории, уровня развитости инженерной инфраструктуры на специ-

<sup>1</sup> Названия агломераций (Махачкалинская и Махачкалинско-Каспийская) можно считать синонимами.

<sup>2</sup> Попов А. А иначе не выжить! // Эксперт: [сайт]. URL: <https://expert.ru/2011/03/17/nache-ne-vyizhiti/> (дата обращения: 10.03.2021).

ализацию хозяйственного комплекса агломерации и размещение объектов капитального строительства [4; 5; 11]. Непонимание того, что пространственная организация таких сложных объектов, как территория агломерации, не может быть «калькой» стратегических документов, в которых территория как таковая отсутствует, и что градостроительный проект в силу масштаба разработки имеет более детальный «срез» развития территории, присуще практически всем ведомствам, согласовывающим проекты развития агломераций и ориентированных на Градостроительный кодекс РФ<sup>1</sup>.

В зарубежной практике нет разделения планирования развития территории на две ветви, характерные для России – градостроительное проектирование и планирование социально-экономического развития. Вероятно, следует обратить внимание на методические и правовые стороны вопроса более полного слияния двух указанных ветвей планирования, оценить целесообразность таких действий [17; 18].

В российских условиях агломерация, как правило, «провозглашается» на основе соглашения между администрацией субъекта Российской Федерации и входящими в его состав муниципальными образованиями. Соглашения учитывают административные границы муниципального района (или городского округа). Последнее обстоятельство приводит к необходимости охвата в документах территориального планирования весьма обширной территории, превышающей ареал агломерационных связей. Выявление

пространства этого ареала в условиях нашей страны – непростая задача.

В последние десятилетия агломерации в России крайне слабо исследованы, несмотря на значимые изменения социально-экономической ситуации, доминирование «рынка», особенно на этих, как правило, наиболее интенсивно освоенных и осваиваемых территориях. Поскольку по агломерациям нет никакой статистической информации, а также исследований, отвечающих задачам градостроительных работ, и в ходе разработки СТП удастся выявить лишь ограниченное число межселенных взаимосвязей, приходится прибегать к условному методу определения границ агломерационных ареалов. Поиск ареала с наиболее интенсивными связями с центром или центрами агломерации осуществляется на основе построения изохрон транспортной доступности на различных видах общественного, а также индивидуального транспорта.

На основании изохрон транспортной доступности центра агломерации, с учетом некоторого прогресса в скоростях сообщения, условно может быть обозначен ареал собственно агломерации – территория с наиболее развитыми агломерационными связями, и выделены другие структурные элементы агломерации. Чаще всего используются изохроны часовой и полуторачасовой транспортной доступности на индивидуальном и общественном автомобильном транспорте от центров системы расселения [6; 16].

Следует отметить, что при переходе страны к рыночной экономике внутриагломерационные связи значительно трансформировались. Усилилась в ряде регионов дальняя недельная и ме-

<sup>1</sup> Градостроительный кодекс РФ. Федеральный закон от 29.12.2004 г., №190-ФЗ.

сячая миграция, повысились транспортные тарифы, что привело к уменьшению подвижности части населения с невысокими доходами, сократились культурно-бытовые передвижения и пр. Анализ истории формирования рассматриваемой территории и ее центров также позволяет более обоснованно подойти к выявлению состава и границ системы расселения (например, в Самаро-Тольяттинской, Тульской агломерациях). На развитие агломераций на современном этапе развития Российской Федерации и её регионов влияют процессы формирования рынков земли и других видов недвижимости. В разных странах используется разная методика определения границ городов и метрополий, которая учитывает разные аспекты градостроительного развития (политические, социальные, экономические).

В зарубежных странах нередко имеется текущая и переписная информация по агломерированным территориям. Для определения их границ используется ряд показателей, например: плотность городского населения и непрерывность городской застройки, наличие большого города-центра и определенного количества городов-спутников, интенсивность и дальность трудовых и культурно-бытовых связей; применяются опросы школьников для оценки частоты поездок их родителей в центральный город с запоминающимися целями, к примеру, к зубному врачу и т. п.

Осознание многогранных особенностей объекта проектирования – базовая основа позитивного решения стратегических градостроительных подходов к развитию территории, особенно такой сложной, как крупная

агломерация. Важна оценка особенностей географического положения агломерации – это существенный ресурс, совокупность ограничительных факторов и рисков ее развития. Такая оценка присутствует в большом числе выполненных работ, к сожалению, в части из них достаточно формальная.

Агломерированные территории в России (как и в мире) весьма многообразны. Для процесса проектирования чрезвычайно важно понимание структурных особенностей проектируемой территории. Это может быть одна агломерация или несколько сближенных в разной степени развитых агломерационных образований. В последнем случае это система расселения, которую принято обозначать как конурбацию, требующую проектных подходов, отличных от единой агломерации (например, Самаро-Тольяттинская, Тульская-Новомосковская конурбации).

Агломерация в практике проектирования рассматривается единым социально-экономическим, инвестиционным пространством с общей системой социального, транспортного и инженерного обслуживания, совершенствования природно-экологического каркаса [13; 15; 16]. Территории и поселения, входящие в агломерацию, при ее развитии должны получить более высокий уровень инженерно-технического, социально-культурного обслуживания и качества жизни.

Смысл целенаправленного развития агломерации – сделать так, чтобы потенциал разных административных территорий использовался с максимальной выгодой, способствовать формированию единого потребительского рынка, рынка труда и недвижимости, которые более интересны

инвесторам, чем рынки отдельных территорий.

Многие десятилетия в отечественной практике территориального планирования и управления отсутствовали *агломерационные территории*, и в настоящей работе Махачкалинская агломерация (МА) рассматривается с учётом специфики её агломерационной территории.

### **Методологические и методические основы территориального планирования Махачкалинской агломерации<sup>1</sup>**

Формирование и развитие Махачкалинской агломерации рассматривается как сложный, исторически длительный, эволюционный агломерационный процесс, обусловленный большим числом разнообразных факторов и, прежде всего, высокой концентрацией населения, труда и капитала, взаимозаменяемостью функций, устойчивыми агломерационными связями.

Рассматриваются три типа МА:

1. *Исторически сложившаяся* на территории Республики Дагестан агломерация, в границах ГО «город Махачкала» и ГО «город Каспийск», отвечает всем критериям городских агломераций.

2. *Исследуемая на аналитическом этапе* работы агломерация, в расширенных границах, включающая также два муниципальных района – Кумторкалинский и Карабудахкентский. При этом рассматривается в изохронах полуторачасовой транспортной доступности и в административных границах муниципальных образований.

Агломерация – моноцентрическая, с наличием ядра и трёх структурных зон (Центральной, Периферийной и Буферной), многофункциональная, с городским и сельским расселением, с большим диапазоном дифференциации градостроительных условий, планировочными ограничениями.

Махачкалинская агломерация *рассматривается не только как форма расселения на высоко урбанизированной территории республики*, и не только как высшая форма организации производительных сил, но и как объект управления, в целях наиболее рационального и эффективного использования территории, координации усилий местных органов, деловых кругов и активной части населения.

3. *Проектируемая агломерация* формируется и развивается в тех же административных границах (в границах ГО «город Махачкала», ГО «город Каспийск», Кумторкалинского и Карабудахкентского районов), с максимально возможным использованием градостроительного и социально-экономического потенциала, обеспечивающим возможность формирования крупного экономического центра республики и страны в целом.

Агломерация принимается также в границах изохрон транспортной доступности, позволяющих выделить ядро агломерации и структурные зоны, с их оптимальным функциональным назначением. Рассматриваются условия и факторы для расширения границ агломерации, в том числе – границ изохрон двухчасовой транспортной доступности. Определяется площадь проектируемой территории, численность населения, в том числе городского и сельского, его плот-

<sup>1</sup> При написании раздела использовались материалы ОАО «Гипрогор».

ность как в целом по агломерации, так и в разрезе ядра и структурных зон. Рассматриваются территориальные ограничения для пространственного развития ядра агломерации и структурных зон. Прежде всего, для столичного центра и г. Каспийска, административных центров муниципальных районов. Анализируется функциональное использование территории, предусматривается возможность и необходимость *сохранения сельскохозяйственной функции, её трансформации и замещения конкурирующими функциями*. Концепцией предлагается комплексный подход к развитию агломерационной территории с проектированием всех подсистем экономики территории.

При этом концепцией предусматривается:

- проведение природно-хозяйственного районирования;
- разработка комплекса мер в оздоровлении экологической ситуации и в области охраны окружающей среды;
- разработка перспективных направлений в развитии ресурсной базы;
- определение ведущих хозяйственных функций в формировании и развитии экономики агломерации, с использованием реестра планируемых инвестиционных проектов, инвестиционных площадок, а также резервных территорий, инвестиционно привлекательных по градостроительным условиям;
- создание привлекательной среды жизнедеятельности, с созданием доходных рабочих мест, достижением региональных стандартов в обеспечении объектами социальной инфраструктуры, с чистой экологией;

- развитие дорожно-транспортной инфраструктуры, обеспечивающей транспортную доступность жителей до крупных центров республики, других субъектов Российской Федерации, других стран;

- модернизация инженерных систем, решающих острые проблемы инженерного обустройства территории, создающих необходимые условия и предпосылки для роста экономики и человеческого капитала, снимающие инфраструктурные ограничения для развития бизнеса.

Для пространственной организации территории концепцией предусматривается развитие *опорного каркаса*, с интеграцией расселенческого, транспортного, природно-экологического, экономического и историко-культурного каркасов.

Модель управления позволяет реализовать на договорных началах межмуниципальное сотрудничество, совместное решение межмуниципальных проблем, реализацию агломерационных инвестиционных проектов.

Одним из главных принципов формирования Махачкалинской агломерации является *формирование непротиворечивых межмуниципальных отношений в целях соблюдения взаимных интересов развития бизнеса и территории, интересов населения*.

При формировании и развитии агломерации как единого социально-экономического и территориального организма необходимо учитывать, что территория агломерации является только частью территории республики, частью единого экономического, социально-культурного, информационного пространства, частью транспортной и инженерной систем республики.

Нами проведен SWOT-анализ территории республики, в рамках которого были выделены слабые и сильные стороны внутренней структуры республики, а также показаны возможности и угрозы её развития (табл. 1).

Таблица 1 / Table 1

**SWOT-анализ территории Махачкалинской агломерации. Возможности и ограничения, угрозы и риски развития экономики и территории агломерации/ SWOT analysis of the territory of the Makhachkala agglomeration. Opportunities and limitations, threats and risks of the development of the economy and the territory of the agglomeration**

«Сильные стороны» (S)	«Слабые стороны» (W)
<p>Наличие благоприятных условий для развития Махачкалинской агломерации, с высоко урбанизированной территорией, высоким демографическим, производственным, научно-образовательным и социально-культурным потенциалом.</p> <p>Наличие необходимых градостроительных условий для развития МА, – формирующаяся групповая система расселения, развивающаяся планировочная структура, территориально-сближенных населенных пунктов, включая столичный регион, с устойчивой маятниковой миграцией населения, интенсивными и устойчивыми социально-культурными, организационно-хозяйственными связями территорий.</p> <p>Наличие необходимых транспортных условий, обеспечивающих мобильность населения, связность территории.</p> <p>Многофункциональность территории, возможность замещения конкурирующих функций.</p> <p>Наличие долгосрочных конкурентных преимуществ территории:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– приморское положение и наличие морского (незамерзающего) порта международного статуса; исключительно выгодное транспортно-географическое положение по отношению к странам Каспийского бассейна, регионам СКФО;</li> <li>– положение в пересечении транспортных коридоров Юг – Север, Восток–Запад.</li> </ul>	<p><b>Ограничения территориального характера:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– ограниченность территориальных ресурсов для градостроительного развития; ограниченность векторов развития г. Махачкала и Каспийск;</li> <li>– ограниченность земель сельскохозяйственного назначения как земельного ресурса для развития сельскохозяйственного производства и как естественного резерва для территориального развития г. Махачкала и Каспийск.</li> </ul> <p>Наличие больших площадей земель отгонного животноводства (в том числе с нарушением функционального использования) – земель республиканского статуса, с серьёзными регламентами градостроительного использования.</p> <p>Наличие сложных и особо сложных инженерно-строительных условий, удорожающих строительную деятельность, и ведение бизнеса разного уровня.</p> <p><b>Ограничения социально-экономического характера:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– проблемная экономика, высокая доля неформальной экономики и неформальной занятости населения. Острый дефицит квалифицированных кадров;</li> <li>– относительное перенаселение и невысокое качество жизни населения;</li> <li>– низкая конкурентоспособность реального сектора экономики;</li> </ul>

«Сильные стороны» (S)	«Слабые стороны» (W)
<p>Благоприятные природные и агроклиматические условия.</p> <p>Наличие природно-ресурсного потенциала (водные и лесные, минерально-сырьевые и туристско-рекреационные, бальнеологические, охотничьи угодья).</p> <p>Высокий потенциал развития, включая демографический, трудовой, научно-образовательный, производственный, транспортный, туристско-рекреационный.</p> <p>Богатое историко-культурное наследие</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– низкий уровень инвестиционной привлекательности территории;</li> <li>– дифференциация территорий агломерации по уровню развития сельскохозяйственного производства;</li> <li>– тяжёлое состояние жилищно-коммунального хозяйства и инженерной инфраструктуры;</li> <li>– острая проблема обращения с отходами, экологическая угроза</li> </ul>
«Возможности» (O)	«Угрозы» (T)
<p>Участие в разработке и реализации стратегических и программных документов федерального и регионального уровней, наличие поддержки Федерального центра.</p> <p>Участие в разработке и реализации пилотных проектов по управлению агломерационными процессами на территории Российской Федерации (на федеральном уровне)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Повышение спроса на экологически чистое продовольствие на отечественном и мировом рынке</li> <li>– Реализация продовольственной политики РФ, направленной на импортозамещение</li> <li>– Наличие емких отечественного и внешних рынков туристических услуг</li> <li>– Восстановление российского ОПК, восстановление заказов для предприятий ОПК</li> <li>– Возможность получения иностранных инвестиционных ресурсов</li> <li>– Наличие на территории республики сил, обеспечивающих ее безопасность</li> <li>– Наличие Дагестанской диаспоры за рубежом</li> <li>– Потенциальная возможность экономического сотрудничества со странами Каспийского региона, странами Ближнего и Среднего Востока</li> </ul>	<p>Проведение долговременной санкционной политики стран Запада в отношении Российской Федерации (сокращение источников инвестиций, внешнеторгового товарооборота, товарных потоков, грузооборота всех видов транспорта, туристического потока и др.).</p> <p>Сложная геополитическая ситуация на территории Кавказского региона,</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Сложная экономическая ситуация на территории РФ</li> <li>– Высокие барьеры выхода на отечественный и мировые рынки товаров и услуг</li> <li>– Сильное влияние со стороны радикального исламизма</li> <li>– Отсутствие нормативно-правовой базы для управления агломерационными процессами</li> </ul>

*Источник:* составлено авторами на основе материалов ОАО «Гипрогор».

## Границы, состав и структура Махачкалинской агломерации<sup>1</sup>

При определении границ Махачкалинской агломерации был применён метод, основанный на построении изохронограмм различной транспортной доступности: тридцатиминутной, часовой, полуторачасовой. Кроме того, применён метод, основанный на обследовании пассажиропотоков и всех видов связей между населёнными пунктами<sup>2</sup>.

Границы Махачкалинской агломерации подвижны во времени, в основном благодаря изменению важнейшего параметра агломерации – *дальности ежедневных передвижений* от места жительства к местам приложения труда.

Дальность передвижений растёт пропорционально увеличению скорости транспортных средств. При развитии пространственной организации Махачкалинской агломерации происходит смещение вовне границ её Буферной зоны.

Концепцией определяются границы Махачкалинской агломерации в соответствии с Техническим заданием, согласно которому границы Махачкалинской агломерации уста-

навливаются в соответствии с границами муниципальных образований: двух городских округов – Махачкала, Каспийск и сопредельных территорий Кумторкалинского и Карабудахкентского муниципальных районов.

При обосновании границ используется совокупность методических подходов, в т. ч. выявление расселенческого, транспортного, природно-экологического, историко-культурного каркасов, метод трудового баланса, метод построения изохрон транспортной доступности (получасовой, часовой и полуторачасовой транспортной доступности).

Необходимо отметить, что *рассмотренные границы Махачкалинской агломерации и муниципальные образования, вошедшие в зону ее влияния, являются ориентировочными и требуют в дальнейшем своего уточнения.*

Территория агломерации в этих границах рассматривается как объект градостроительной деятельности в целях решения различных вопросов межмуниципального характера (инфраструктурных, прежде всего).

В состав Махачкалинской агломерации включены территории населённых пунктов, расположенных в *изохронах получасовой, часовой, полуторачасовой* транспортной доступности, имеющие устойчивые и тесные межпоселенческие агломерационные связи.

Транспортная доступность (на общественном транспорте) территории Махачкалинской агломерации рассматривается от центра агломерации, находящегося в географической точке отсчета. В качестве нее предлагается рассматривать проектируемый многофункциональный комплекс «Каспий-

<sup>1</sup> При написании разделы были использованы материалы ОАО «Гипрогор»

<sup>2</sup> Существует множество вариантов экономического и экономико-географического районирования территории Республики Дагестан. С позиций экономического микрорайонирования Е. Е. Лейзеровича выделяют микрорайон № 253 в составе 253 следующих городов и районов: города: Махачкала, Буйнакск, Кизилюрт, Хасавюрт, Каспийск, Избербаш; а также районы (Кизилюртовский, Буйнакский, Сергокалинский, Каякентский, Кумторкалинский, Карабудахкентский, Хасавюртовский, Бабаюртовский, Новолакский, Казбековский) [9].

Сити». Комплекс «Каспий-Сити» в перспективе может стать центром тяготения деловых культурных, торговых и пр. связей как со стороны Махачкалы, так и со стороны сопряжённых территорий Каспия.

С позиций управления территорией, Махачкалинская агломерация рассматривается в административных границах МО «город Махачкала», МО «город Каспийск», Кумторкалинского и Карабудахкентского муниципальных районов. На основе методик определения границ Махачкалинской агломерации были выявлены различные зоны агломерации: ядро агломерации, центральная, периферийная, буферная зоны, отличающиеся друг от друга уровнем урбанизированности территории. При этом за ядро агломерации была принята территория Махачкалы (см. рис. 1).

В соответствии с существующей схемой расселения выделена структурно-территориальная соподчиненность пространства Махачкалинской агломерации, формирующаяся в составе: Ядра, Центральной, Периферийной и Буферной зон. *Ядро агломерации* рассматривается в пределах получасовой (30 мин.) транспортной доступности, включает в себя зоны городского и сельского расселения, территорию аэропорта «Уйташ», проектируемые территории мультимодального транспортно-логистического комплекса «Каспий», инвестиционную территорию «Уйташ». Основными градообразующими центрами являются г. Махачкала и г. Каспийск, которые используют общую транспортно-инженерную инфраструктуру, имеют тесные трудовые миграционные связи и хорошую транспортную доступ-

ность. Города Махачкала и Каспийск составляют в совокупности ядро Махачкалинской агломерации с населением около 830 тыс. чел. на начало 2018 г. (около 90% населения агломерации).

*Центральная зона* агломерации рассматривается в пределах часовой (60 мин.) транспортной доступности. Она включает в себя менее интенсивно застроенные территории, в частности, периферийные территории ГО «город Махачкала», северные территории Карабудахкентского района и южные территории Кумторкалинского района, в т. ч. промышленно-инвестиционную площадку Тюме. Эти территории, в перспективе – наиболее развивающиеся и застраиваемые (в соответствии с инвестиционными проектами).

*Периферийная зона* агломерации рассматривается в пределах полуторачасовой (90 мин.) транспортной доступности. В её состав входят территории агломерации с очаговой формой расселения

В состав этой зоны входят населенные пункты: Учкент, Темиргое, Новая Урада, Алмало, Талги, Манас, Манаскент, Карабудахкент. Кроме того, в состав зоны входят населенные пункты, не входящие в состав прилегающих к городским округам районов: города Кизилюрт, Буйнакск, Избербаш.

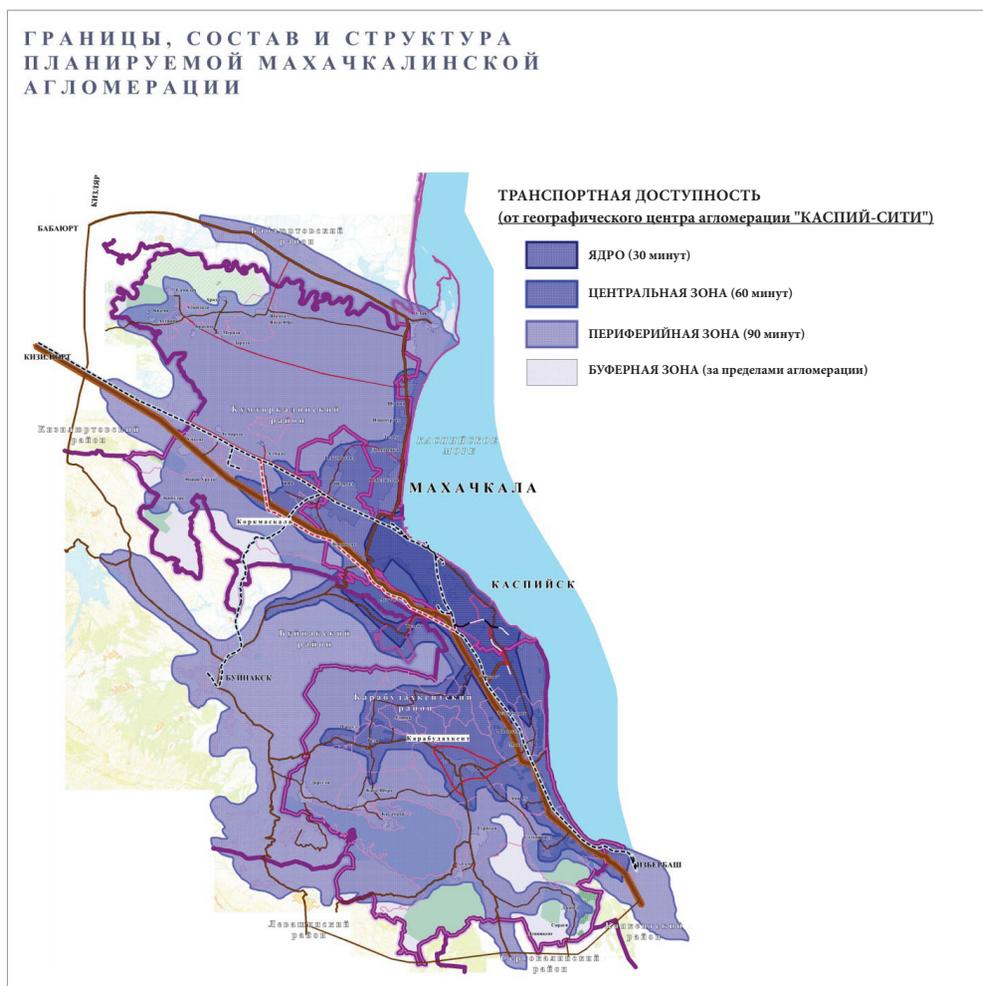
Периферийная зона – преимущественно сельскохозяйственная, с ареалами нового промышленного строительства – с. Темиргое, с. Алмало (инвестиционные проекты по производству стеклотары и строительству ГОК, организации производства керамического кирпича и пр.), с. Карабудахкент (цементный завод). Периферийная зона может получить

развитие за счет городских округов: Кизилюрт, Буйнакск, Избербаш.

Буферная зона агломерации рассматривается за пределами полуторачасовой (90 мин.) ив пределах двухчасовой (120 мин.) транспортной доступности. В её состав входят территории с очаговой формой расселения, с меньшей, по сравнению с другими зонами, плотностью населения и большей долей незастроенных земель.

В ее состав входят, в частности, населенные пункты: Остров Чечень, Сулак, Аджидада, Шамхал-Янги-Юрт, Параул, Гели, Доргели, Кака-Шура, Камахи, Джанга, Сираги, Ленинкент (Карабудахкентский район), Губден.

На территории Буферной зоны предполагается реконструкция, модернизация и новое строительство тепличных и животноводческих комплексов, птицеводческого комплекса.



**Рис. 1 / Fig. 1.** Границы, состав и структура планируемой Махачкалинской агломерации / Boundaries, composition and structure of the planned Makhachkala agglomeration

Источник: ОАО «Гипрогор»

В качестве варианта пространственного развития агломерации Буферная зона может получить развитие за счет прилегающих муниципальных районов, на основании:

- развития системы расселения и расселенческого каркаса Махачкалинской агломерации в сторону Кизилюрта, Буйнакса и Избербаша;

- развития транспортной системы территорий, прилегающих к агломерации.

Резервом территориального роста Махачкалинской агломерации, на перспективу (в качестве возможного варианта), Концепцией предлагаются территории ГО «город Буйнакс» и Буйнакского муниципального района – в рамках двухчасовой транспортной доступности.

### **Перспективный транспортный каркас в концепции Махачкалинской агломерации**

Транспортный каркас территории – основные современные или перспективные элементы транспортной сети того или иного региона (в нашем случае – Махачкалинской агломерации).

Если рассматривать схему территориального планирования региона (ранее – схему районной планировки), которая является по существу искусством совмещения различных каркасов территории (природно-экологического, культурно-исторического, производственно-технологического и т.п.), то транспортный каркас является важнейшим среди них с точки зрения пространственной организации общества.

Актуальность транспортного каркаса возрастает в связи с необходимостью в будущем «сжатия» пространства Махачкалинской агломерации.

*«Сжать» пространство можно только с помощью экономии затрат времени на поездки, в первую очередь, за счет развития скоростной транспортной инфраструктуры [2].*

Такой подход активно применяется в ряде стран. Так, ещё в 2005 г. Министерство транспорта Китая анонсировало амбициозную программу повышения транспортной доступности до 2,5 дней для 80% населения страны (кроме Тибета и Синьцзян-Уйгурского автономных районов) за счет строительства скоростных автодорог в течение 20 лет (53 млрд долларов). По существу, поставлен новый тип государственной задачи – *повысить контактность населения* (единство нации за счет свободы перемещения в экономически и биологически приемлемые сроки). В Нидерландах, где одна из самых густых транспортных сетей, правительство для еще большего сжатия пространства страны решило построить к 2025–2030 гг. кольцевую скоростную железную дорогу [2; 6; 7].

Влияние автомобильных дорог на развитие отдельных отраслей и повышение капитализации региона существенно, но его размеры и формы различны в регионах разного типа.

Перспективный транспортный каркас Махачкалинской агломерации основывается на преимуществах развития транспортной системы агломерации (см. рис. 2).

В состав транспортного каркаса агломерации входят участки автомобильных и железных дорог общего пользования. Участки автомобильных дорог перспективного транспортного каркаса относятся к федеральному, региональному и межмуниципальному и муниципальному ведению. За



**Рис. 2./ Fig. 2.** Перспективный транспортный каркас Махачкалинской агломерации. /  
Perspective transport framework of the Makhachkala agglomeration

Источник: ОАО «Гипрогор»

расчётным сроком реализации проекта (после 2035 г.) возможна реализация идеи строительства «западной хорды» Кизилюрт – Буйнакск – Карабудахкент – Манас» (для «стягивания» агломерации, перераспределения внутренних и транзитных транспортных потоков).

Можно выделить преимущественно городские и внегородские элементы транспортного каркаса. При этом внегородские элементы транспортного каркаса имеют большее значение для сжатия пространства и улучшения связности не только в центральной,

но и на периферийных частях агломерации. Городские элементы транспортного каркаса образуются за счёт наиболее тесных связей между городами Махачкала и Каспийск в составе формирующейся Махачкалинской агломерации. Рассматриваемая Махачкалинская агломерация в транспортном отношении будет развиваться преимущественно субмеридионально (в направлении «север-юг») и в существенно меньшей степени – субширотно (с запада на восток) в силу природно-географических ограничений.

Главные элементы транспортного каркаса Махачкалинской агломерации:

1) *внегородские* элементы транспортного каркаса:

– «*центральная полимагистраль*» – размещенные в непосредственной близости участок автомобильной дороги М-29 «Кавказ» и участок Северо-Кавказского железной дороги РЖД (Дербент – Махачкала – Кизилюрт) в пределах рассматриваемой территории агломерации,

– участок федеральной автодороги «Астрахань-Махачкала» с подъездом к пос. Сулак,

– «западная хорда» (частично формирующаяся после расчетного срока реализации проекта Махачкалинской агломерации): участки автодорог «Манас – Карабудахкент – Параул – Буйнакск – Чиркей – Кизилюрт»;

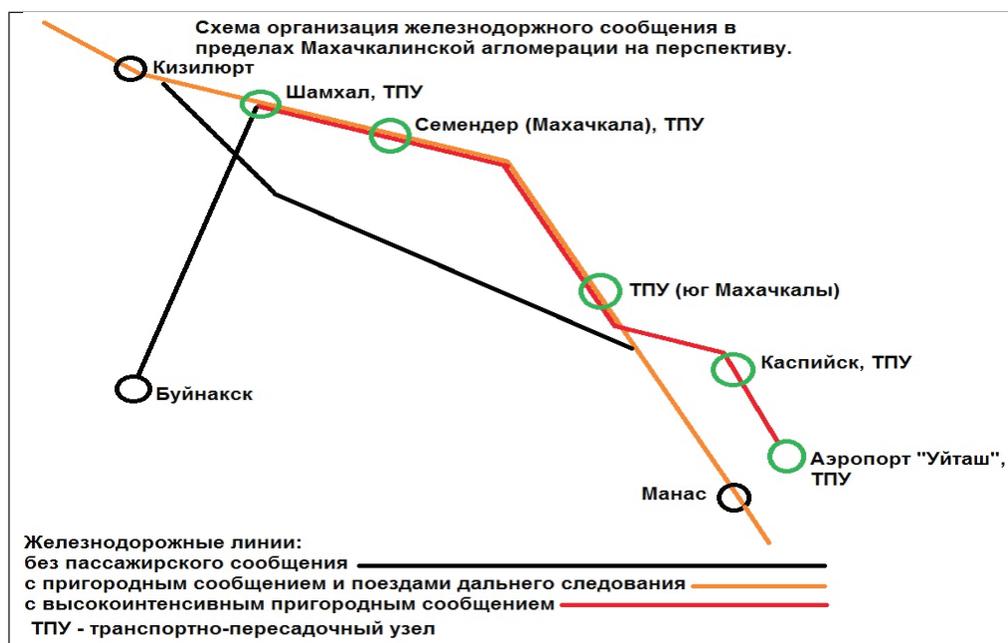
2) *городские* элементы транспортного каркаса:

– проспект Имама Шамиля – шоссе до аэропорта «Уйташ»;

– проспект Р. Гамзатова – проспект Насрудинова (г. Махачкала) – проспект Ленина (г. Каспийск).

Таким образом, перспективный транспортный каркас решает проблему исторически и географически сложившейся пространственной разобщенности территории формирующейся Махачкалинской агломерации. С помощью каркаса произойдет «сжатие» пространства агломерации, что является важнейшей предпосылкой роста капитализации его территории.

Перспективные направления железных дорог общего пользования (за расчетным сроком (после 2035 г.) представлены на нижеприведенном рис. 3).



**Рис. 3 / Fig. 3.** Схема организации железнодорожного сообщения в пределах Махачкалинской агломерации на перспективу / Scheme of the organization of railway transport within the Makhachkala agglomeration for the future

Источник: данные авторов

## Заключение

На территории Республики Дагестан активизируются агломерационные процессы, связанные с поляризованным развитием территории, формированием отдельных опорных центров, узлов развития (что свидетельствует о развитии экономической системы и развитости систем расселения и организации территории). Махачкалинская агломерация – самая крупная агломерационная территория республики и Северного Кавказа, исторически сложившаяся вокруг крупного города – Махачкала, столичного и многофункционального центра Дагестана. Агломерация отвечает всем критериям сложившихся агломераций – это высоко урбанизированная территория, с высоким уровнем концентрации населения, труда и капитала, производительных сил в целом, с устойчивыми агломерационными связями (прежде всего маятниковая трудовая миграция), при обеспечении хорошей транспортной доступности до центра Агломерации. Агломерация имеет достаточно четкие границы (границы изохрон транспортной доступности), состав территорий (населённых пунктов, муниципальных образований) и структурное зонирование (Ядро агломерации, Центральную, Периферийную зоны). Агломерация имеет региональные особенности – приморское и приграничное, с другими государствами, положение, транзитное положение. В планировочном плане имеет линейно-лучевую структуру, (линейно вытянута вдоль морского побережья, зажата горами, с одной стороны, морем – с другой), бицентрична (на данном эта-

пе), с ограниченными направлениями развития.

Развитие Агломерации ограничено, прежде всего, территорией, территориальными ресурсами, а также инвестиционным климатом и инвестиционными ресурсами. Негативные тренды социально-экономического развития агломерации: высокая доля неформальной экономики и неформальной занятости; отсутствие прав собственности на землю, диспропорция в развитии реального сектора и коммерческой сферы услуг, диспропорции на рынке труда и высокий уровень безработицы, дефицит мест в детских дошкольных и школьных учреждениях. Негативные тренды территориального развития: стихийное развитие территории Агломерации, хаотичность и бессистемность застройки, конфликт функции места и др.; нерациональное использование земельных ресурсов: низкое качество и высокая доля непродуктивных земель, нецелевое функциональное использование территориальных ресурсов, высокая доля необработанных земель; низкий уровень водообеспеченности территории при наличии богатых водных ресурсов – острая необходимость в модернизации системы водоснабжения, водоотведения и мелиорации.

В выполненной работе использованы общие методологические и методические подходы к разработке схем территориального планирования регионального уровня, с учётом специфики экономики и организации территории агломерации. В частности, изложены методологические подходы к определению агломерационных инвестиционных проектов и агломерационного эффекта.

*Статья поступила в редакцию 14.12.2020*

## ЛИТЕРАТУРА

1. Багомедов М. А. Социально-демографические проблемы развития Махачкалинско-Каспийской агломерации // Вопросы структуризации экономики. 2013. № 4. С. 8–12.
2. Герцберг Д. Я. Агломерации как объект экономической политики, государственного регулирования и территориального планирования // Academia. Архитектура и строительство. 2015. № 4. С. 98–106.
3. Долгосрочная стратегия развития транспорта и дорожного хозяйства Кировской области (Белая книга по транспорту Правительства Кировской области) / В. Н. Бугроменко, С. А. Ваксман, Ю. К. Поносов, С. А. Савушкин, Н. Г. Кочнев, П. М. Крылов, А. А. Нежмаков, А. В. Шубин. М.: Май-принт, 2006. 205 с.
4. Загороднов Е. И. Планирование территорий и агломераций // Современное строительство и архитектура. 2016. № 1(01). С. 13–16.
5. Ижгузина Н. Р. Формирование и развитие крупнейшей городской агломерации в экономическом пространстве региона : дис. ... канд. эконом. наук. Екатеринбург, 2018. 323 с.
6. Крылов П. М. Методологические подходы к территориальному планированию городских агломераций (на примере Омской агломерации) // Вестник Московского государственного областного университета. Серия: Естественные науки. 2017. № 1. С. 69–76.
7. Крылов П. М. Роль транспортной инфраструктуры в устойчивом развитии и территориальном планировании региона (транспортно-географический аспект) // Вестник Московского государственного областного университета. Серия: Естественные науки. 2017. № 2. С. 50–58.
8. Лапш Г., Полян П., Селиванова Т. Агломерации России в XXI веке // Вестник Фонда регионального развития Иркутской области. 2007. № 1. С. 46–48.
9. Лейзерович Е. Е. Сетка экономических микрорайонов России. Вариант 2008 года // Региональные исследования. 2010. №4 (30). С. 14–28.
10. Лола А. М. Основы градovedения и теории города (в российской интерпретации). М.: КомКнига, 2005. 344 с.
11. Малоян Г. А. К необходимости разработки схем территориального планирования городских агломераций // Academia. Архитектура и строительство. 2016. № 1. С. 64–67.
12. Митигами М. Условия жизни трудовых мигрантов и рынок жилья в российских городах // Демографический и миграционный портрет Кавказа. Том 5. № 2 / под ред. чл.-корр. РАН С. В. Рязанцева, канд. филос. н. Г. И. Гаджимурадовой. М.: Экон-информ, 2019. С. 83–95. (Серия «Демография. Социология. Экономика»).
13. Муртазалиев А. М. Проблемы формирования конституционной модели местного самоуправления в крупных городских агломерациях Российской Федерации: на материалах Махачкалинско-Каспийской агломерации // Юридический Вестник Дагестанского государственного университета. 2018. Т. 28. № 4. С. 32–38.
14. Павлов Ю. В., Королева Е. Н., Евдокимов Н. Н. Теоретические основы формирования системы управления городской агломерацией // Экономика региона. 2019. Том 15. № 3. С. 834–850.
15. Соловьев И. А., Белозеров В. С., Щитова Н. А. Демографическое развитие городских агломераций Северного Кавказа // Геополитика и экодинамика регионов. 2020. Т. 6 (16). № 3. С. 268–278.
16. Токунова Г. Ф. Транспортная инфраструктура как фактор пространственного развития агломераций // Транспорт Российской Федерации. Журнал о науке, практике, экономике. 2016. № 6(67). С. 43–45.
17. Glaeser E., Kourtit K., Nijkamp P. Urban Empires: Cities as Global Rulers in the New Urban World (The Metropolis and Modern Life). NY, Routledge, 2020. 444 p.

18. Massard N., Autant-Bernard C. *Geography of Innovation: New Trends and Implication for Public Policy Renewal*. NY, Routledge, 2018. 116 p.

#### REFERENCES

1. Bagomedov M. A. [Socio-demographic problems of the development of the Makhachkala-Caspian agglomeration]. In: *Voprosy strukturizatsii ekonomiki* [Issues of structurization of the economy], 2013, no. 4, pp. 8–12.
2. Gertsberg D. Ya. [Agglomerations as an object of economic policy, state regulation and territorial planning]. In: *Academia. Arkhitektura i stroitel'stvo* [Academia. Architecture and construction], 2015, no. 4, pp. 98–106.
3. Bugromenko V. N., Vaksman S. A., Ponosov Yu. K., Savushkin S. A., Kochnev N. G., Krylov P. M., Nezhmakov A. A., Shubin A. V. *Dolgosrochnaya strategiya razvitiya transporta i dorozhnogo khozyaistva Kirovskoi oblasti (Belaya kniga po transportu Pravitel'stva Kirovskoi oblasti)* [Long-term strategy for the development of transport and road facilities in the Kirov region (White Book on transport of the Government of the Kirov region)]. Moscow, Mai-print, 2006. 205 p.
4. Zagorodnov E. I. [Planning of territories and agglomerations]. In: *Sovremennoe stroitel'stvo i arkhitektura* [Modern construction and architecture], 2016, no. 1(01), pp. 13–16.
5. Izhguzina N. R. *Formirovanie i razvitie krupneishei gorodskoi aglomeratsii v ekonomicheskoy prostranstve regiona : dis. ... kand. ekonom. nauk* [Formation and development of the largest urban agglomeration in the economic space of the region: PhD Thesis in Economic Sciences]. Ekaterinburg, 2018. 323 p.
6. Krylov P. M. [Methodological approaches to territorial planning of city agglomerations (on the example of the Omsk agglomeration)]. *Vestnik Moskovskogo gosudarstvennogo oblastnogo universiteta. Seriya: Estestvennye nauki* [Bulletin of Moscow Region State University. Series: Natural Sciences], 2017, no. 1, pp. 69–76.
7. Krylov P. M. [Role of transport infrastructure in sustainable development and territorial planning of the region (transport-geographical aspect)]. *Vestnik Moskovskogo gosudarstvennogo oblastnogo universiteta. Seriya: Estestvennye nauki* [Bulletin of Moscow Region State University. Series: Natural Sciences], 2017, no. 2, pp. 50–58.
8. Lappo G., Polyan P., Selivanova T. [Agglomerations of Russia in the XXI century]. In: *Vestnik Fonda regional'nogo razvitiya Irkutskoi oblasti* [Bulletin of the Regional Development Fund of the Irkutsk Region], 2007, no. 1, pp. 46–48.
9. Leizerovich E. E. [The grid of economic microdistricts in Russia. 2008 version]. In: *Regional'nye issledovaniya* [Regional studies], 2010, no. 4 (30), pp. 14–28.
10. Lola A. M. *Osnovy gradovedeniya i teorii goroda (v rossiiskoi interpretatsii)* [Fundamentals of city studies and city theory (in Russian interpretation)]. Moscow, KomKniga, 2005. 344 p.
11. Maloyan G. A. [On the need to develop territorial planning schemes for urban agglomerations]. In: *Academia. Arkhitektura i stroitel'stvo* [Academia. Architecture and construction], 2016, no. 1, pp. 64–67.
12. Mitigami M. [Living conditions of labor migrants and the housing market in Russian cities]. In: Ryazantsev S. V., Gadzhimuradova G. I., eds. *Demograficheskii i migratsionnyi portret Kavkaza. Tom 5. No. 2* [Demographic and migration portrait of the Caucasus. Vol. 5. No. 2]. Moscow, Ekon-inform, 2019, pp. 83–95.
13. Murtazaliev A. M. [Problems of the formation of a constitutional model of local self-government in large urban agglomerations of the Russian Federation: on the materials of the Makhachkala-Caspian agglomeration]. *Yuridicheskii Vestnik Dagestanskogo gosudarstvennogo universiteta* [Legal Bulletin of the Dagestan State University], 2018, vol. 28, no. 4, pp. 32–38.

14. Pavlov Yu. V., Koroleva E. N., Evdokimov N. N. [Theoretical foundations of the formation of a management system for urban agglomeration]. In: *Ekonomika regiona* [Economy of the region], 2019, vol. 15, no. 3, pp. 834–850.
15. Solov'ev I. A., Belozerov V. S., Shchitova N. A. [Demographic development of urban agglomerations of the North Caucasus]. In: *Geopolitika i ekodinamika regionov* [Geopolitics and ecodynamics of regions], 2020, vol. 6 (16), no. 3, pp. 268–278.
16. Tokunova G. F. [Transport infrastructure as a factor of spatial development of agglomerations]. In: *Transport Rossiiskoi Federatsii. Zhurnal o nauke, praktike, ekonomike* [A journal about science, practice, and economics], 2016, no. 6(67), pp. 43–45.
17. Glaeser E., Kourtit K., Nijkamp P. *Urban Empires: Cities as Global Rulers in the New Urban World (The Metropolis and Modern Life)*. NY, Routledge, 2020. 444 p.
18. Massard N., Autant-Bernard C. *Geography of Innovation: New Trends and Implication for Public Policy Renewal*. NY, Routledge, 2018. 116 p.

### ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

*Крылов Петр Михайлович* – кандидат географических наук, доцент, доцент кафедры экономической и социальной географии, заместитель декана по научной работе географо-экологического факультета Московского государственного областного университета; главный специалист по транспорту ОАО Российского института градостроительства и инвестиционного развития «Гипрогор»;  
e-mail: pmkrylov@yandex.ru

*Маю Митигами* – доцент, кандидат экономических наук (российская экономика), факультет экономических наук Университета Ниигаты (государственный университет), Япония;  
e-mail: michigami@econ.niigata-u.ac.jp

*Семина Ирина Анатольевна* – кандидат географических наук, доцент, заведующий кафедрой физической и социально-экономической географии географического факультета Национального исследовательского Мордовского государственного университета;  
e-mail: Isemina@mail.ru

*Сидоров Валерий Петрович* – кандидат географических наук, доцент, заведующий кафедрой географии, картографии и геоинформатики; заведующий лабораторией пространственных исследований «UrbanGEOlab» географического факультета Удмуртского государственного университета;  
e-mail: sidorov@udm.ru

*Филичкина Диана Александровна* – студент факультета управления и политики МГИМО(У) МИД Российской Федерации;  
e-mail: dorinis.fil@gmail.com

### INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

*Petr M. Krylov* – Cand. Sci. (Geography), Assoc. Prof., Department of Economic and Social Geography, Deputy Dean for Scientific Work, Faculty of Geography and Ecology, Moscow Region State University; Chief Transport Specialist, JSC Russian Institute of Urban Planning and Investment Development ‘Giprogor’;  
e-mail: pmkrylov@yandex.ru

*Mayu Michigami* – PhD in Economics, Assoc. Prof., Niigata University, Faculty of Economic Sciences;  
e-mail: michigami@econ.niigata-u.ac.jp

*Irina A. Semina* – Cand. Sci. (Geography), Assoc. Prof., Departmental Head, Department of Physical and Socio-Economic Geography, National Research Mordovia State University;  
e-mail: Isemina@mail.ru

*Valeriy P. Sidorov* – Cand. Sci. (Geography), Assoc. Prof., Departmental Head, Department of Geography, Cartography and Geoinformatics, Laboratory Head, Spatial Research Laboratory ‘UrbanGEOlab’, Udmurt University;  
e-mail: sidorov@udm.ru

*Diana A. Filichkina* – student, Faculty of Management and Politics, MGIMO University of the Ministry of Foreign Affairs of the Russian Federation;  
e-mail: dorinis.fil@gmail.com

---

#### ПРАВИЛЬНАЯ ССЫЛКА

Проблемы и перспективы территориального планирования формирующихся агломераций (на примере концепции развития махачкалинской агломерации) / П. М. Крылов, М. Митигами, И. А. Семина, В. П. Сидоров, Д. А. Филичкина // Географическая среда и живые системы. 2021. № 1. С. 70–92.

DOI: 10.18384/2712-7621-2021-1-70-92

#### FOR CITATION

Krylov P. M., Michigami M., Semina I. A., Sidorov V. P., Filichkina D. A. Problems and prospects for territorial planning of emerging agglomerations (on the example of the concept of the development of the Makhachkala agglomeration). In: *Geographical Environment and Living Systems*, 2021, no. 1, pp. 70–92.

DOI: 10.18384/2712-7621-2021-1-70-92

УДК 911.3

DOI: 10.18384/2712-7621-2021-1-93-109

## ТЕПЛИЧНАЯ ОТРАСЛЬ ХОЗЯЙСТВА РОССИИ И ФАКТОРЫ, ВЛИЯЮЩИЕ НА ЕЁ РАЗВИТИЕ И РАЗМЕЩЕНИЕ

**Волкова И. Н.**

*Институт географии Российской академии наук  
119017, г. Москва, Старомонетный пер., д. 29, стр. 4, Российская Федерация*

### **Аннотация**

**Цель.** Выявить основные тенденции функционирования и размещения новых крупных тепличных хозяйств России и факторы, влияющие на их локализацию.

**Процедура и методы.** В статье проанализирована информация о развитии и размещении тепличной отрасли хозяйства в России за последние 20 лет. При проведении исследования использованы методы наблюдения, обобщения, сравнения, интерпретации результатов и дискурсивный анализ.

**Результаты.** В ходе работы были выявлены основные тенденции и факторы, влияющие на темпы развития тепличных хозяйств в России после введения санкций на импорт продовольствия. Показана роль господдержки в развитии отрасли. Проанализировано размещение ряда крупных тепличных хозяйств по регионам России и на внутрирегиональном уровне и установлены основные факторы, влияющие на выбор их локализации.

**Теоретическая и/или практическая значимость.** Результаты исследования вносят вклад в теорию обоснования развития и размещения новых объектов тепличной отрасли в различных регионах России.

**Ключевые слова:** тепличное хозяйство, защищённый грунт, факторы локализации объектов тепличного хозяйства, государственная поддержка, Московская область

### **Благодарности**

Исследование выполнено в рамках Госзадания Института географии РАН № 0148-2019-0008 «Проблемы и перспективы территориального развития России в условиях его неравномерности и глобальной нестабильности» (НИОКТР №AAAA-A19-119022190170-1).

## GREENHOUSE INDUSTRY OF RUSSIA AND FACTORS INFLUENCING ITS DEVELOPMENT AND LOCALIZATION

**I. Volkova**

*Institute of Geography of the Russian Academy of Sciences<sup>1</sup>  
3, str. 29, Staromonetnyi per., 119017 Moscow, Russian Federation*

### **Abstract**

Aim. The purpose of this work is to identify the main trends in the functioning and placement of new large greenhouse farms in Russia and the factors affecting their localization.

**Methodology.** The paper analyzes information about the development and location of the greenhouse industry in Russia over the past 20 years. The research makes use of such methods as observation, generalization, comparison, and interpretation of results, as well as of the discourse analysis.

**Results.** The main trends and factors are identified that affect the pace of the development of greenhouse farms in Russia after the introduction of sanctions on food imports. The role of the state support in the development of the industry is demonstrated. The location of a number of large greenhouse farms in the regions of Russia and at the intraregional level is analyzed and the main factors influencing the choice of their localization are established.

**Research implications.** The research results contribute to the theory of substantiation of the development and placement of new objects of the greenhouse industry in different regions of Russia.

**Keywords:** greenhouse facilities, protected ground, localization factors for greenhouse facilities, government support, Moscow region

### **Acknowledgments**

the work was supported by the Institute of Geography RAS (Project No. 0148-2019-0008 (AAAA-A19-119022190170-1) "Problems and prospects for Russia's territorial development in terms of its unevenness and global instability").

### **Введение**

В последние годы тепличная отрасль стала одной из наиболее перспективных и быстро развивающихся отраслей сельского хозяйства во многих странах мира. По мнению Президента Ассоциации «Теплицы России», тепличное овощеводство – самая передовая и технологически сложная отрасль сельского хозяйства, которая и в России развивается быстрыми темпами<sup>1</sup>. Основными причинами быстрого развития тепличной отрасли в мире считаются: рост потребности населения в свежих овощах, ягодах, зеленных культурах, а также грибах и появление инновационных технологий так называемого «защищённого грунта» [12].

Для России данная отрасль стала особенно актуальной в результате сложившейся после 2014 г. внешнеполитической ситуации, связанной с введе-

нием санкций и контрсанкций, в том числе на ввоз в страну овощей, ягод и зелени, выращенных в зимнее время в закрытом грунте.

Поставленная тогда же перед аграриями задача обеспечить продовольственную безопасность страны путём максимального сокращения импорта наиболее необходимых продуктов, включая выращенные в теплицах овощи, могла быть в определенной мере решена только за счёт ускоренного введения в строй зимних тепличных хозяйств нового поколения – с круглогодичным производством в закрытом (защищённом грунте). Было очевидно, что конкурировать с такими странами-импортерами овощей, ягод и зелени, как Испания, Турция, Нидерланды и др., по стоимости продукции теплиц Россия сможет лишь при условии использования в них более дешёвых энергоресурсов.

Помимо использования теплиц для выращивания овощей, в России уже нашли применение или планируется внедрить в ближайшие годы и более

<sup>1</sup> Ассоциация «Теплицы России» [Электронный ресурс]. URL: <http://rusteplica.ru/> (дата обращения: 19.11. 2020).

редкие виды производства растений в защищённом грунте. Так, в Пермском крае, в г. Чусовском расширяются площади крупнейшего в этом регионе тепличного комплекса, в составе которого в рамках инвестиционного проекта рассматривается возможность выращивания в закрытом грунте саженцев некоторых лесных пород деревьев, на которые имеется спрос. В Крыму, в составе новейшего селекционно-производственного комплекса, строятся теплицы для выращивания и апробации новых сортов эфирно-маслических культур – лаванды, роз и т. д., а в Астраханской области в качестве эксперимента в 2020 г. в теплице выращивали имбирь. В открытом грунте получить урожай имбиря не удалось<sup>1</sup>.

### Постановка проблемы

За последние пять лет инвестиции в тепличные проекты в России, по оценкам экспертов, превысили 200 млрд руб., и было построено или начато строительством более 1,1 тыс. га теплиц. По мнению экспертов, для полного импортозамещения по овощам закрытого грунта в России необходимо иметь всего 3,5 тысячи гектаров зимних теплиц, при этом как минимум 70% из них должны быть со светокультурой<sup>2</sup>. В итоге к концу 2020 г. импорт овощей всех видов сократился вдвое, а доля отечественного продукта превысила 40% от потребности в них. При

этом можно отметить более высокие показатели в производстве отдельных видов овощей закрытого грунта – огурцов производится около 90%, а помидоров – около 55%. Как следует из обзора ситуации с импортозамещением в России [9], именно в овощеводстве закрытого грунта были получены одни из наилучших результатов, наряду с производством мяса птицы и свинины. Так, потребление помидоров выросло в 2018 г. на 108,6% по сравнению с 2013 г., а потребители в целом по стране «выиграли» 7,8 млрд. руб., так как цены на них сначала выросли, а потом опустились ниже досанкционных в результате роста производства. То есть при такой оценке можно считать, что импортозамещение состоялось. Тем не менее, по мнению Министерства сельского хозяйства, для полного покрытия внутренней потребности в овощах закрытого грунта в стране требуется построить ещё минимум 1,5 тыс. га теплиц нового поколения. Согласно Госпрограмме Минсельхоза РФ<sup>3</sup>, на период с 2019 по 2025 г. планируется ввести в эксплуатацию и модернизировать более 1,1 тыс. га зимних теплиц. Однако где именно их строить в первую очередь, не вполне ясно.

### Материалы и методы исследования

Для анализа ситуации с тепличными хозяйствами были использованы следующие материалы: оперативные

<sup>1</sup> Green Talk. ru. Портал о теплицах. URL: <https://greentalk.ru/topic> (дата обращения: 20.11.2020).

<sup>2</sup> Инвестиционный потенциал тепличных комплексов России. URL: <https://zen.yandex.ru/media/id/5b6ad8c615e67900a87dc068/investicionnyi-potencial-teplichnyh-kompleksov-rossii-5f55eccbf7495128e480fda4>. (дата обращения: 19.11.2020).

<sup>3</sup> Государственная программа развития сельского хозяйства и регулирования рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия на период 2013 – 2025 гг. URL: <https://mcx.gov.ru/activity/state-support/programs/program-2013-2020/> (дата обращения: 18.11.2020).

данные органов управления АПК субъектов Российской Федерации, данные Росстата, Минсельхоза, Плодоовощного союза, Ассоциации «Теплицы России», интернет-сайтов отдельных тепличных комплексов, литературные и электронные источники как по стране в целом, так и по отдельным регионам, более детально – по Москве и Московской области.

### Результаты и обсуждение

В качестве положительного опыта советского периода сегодня признают планомерное строительство теплиц практически в каждом крупном городе или его ближайших пригородах. В постсоветский период, вплоть до 2014 г. (то есть почти 25 лет) не только не строились новые, но и утрачивались старые теплицы. Помимо сокращения площадей теплиц, быстро возрастал их физический и моральный износ. Так, более 70% действовавших в 2014 г. теплиц было построено ещё в СССР, в 70–80 гг. прошлого века. Расчёт на более дешёвую продукцию овощеводства, ввозимую из других стран, в целом, и в том числе – на произведенную в защищённом грунте, привёл к зависимости страны от их импорта. И только введение контрсанкций на ввоз продовольственных товаров и сельскохозяйственного сырья привело к пониманию, что такая стратегия в этой области хозяйства ведёт к потере продовольственной безопасности страны.

Последние 5–6 лет тепличная отрасль России действительно развивалась ускоренно, в значительной мере благодаря государственной поддержке двух видов: за счёт субсидий на возмещение затрат на строительство новых теплиц, и за счёт субсидирования про-

центных ставок по кредитам. Частный бизнес начал активно инвестировать в тепличную отрасль именно благодаря господдержке из федерального и регионального бюджетов. Однако подчеркнём, что государственные субсидии выдавались только на строительство теплиц нового поколения (4-ого и 5-ого), с так называемой светокультурой (с возможностью круглогодичного дифференцированного досвечивания), доля которых составляет сегодня около 50% от общей площади зимних тепличных хозяйств.

В 2018 г. возмещение капитальных затрат на строительство новых теплиц было снижено с 20% до 10%, а с 2019 г. – совсем прекратилось. Из мер поддержки к 2019 г. остались лишь льготные кредиты, продлённые с 8 до 12 лет. После активной борьбы представителей тепличного бизнеса за сохранение господдержки в том или ином виде, им удалось добиться, чтобы она частично была возвращена, в том числе и из-за ущерба, нанесённого пандемией коронавируса. Так, в Московской области, где до 2025 г. будет, согласно программе «Развитие сельского хозяйства и перерабатывающей промышленности Московской области» введено в строй 168 га новых зимних теплиц, на субсидии по возмещению части прямых затрат на создание и модернизацию объектов тепличных комплексов запланировано потратить из всех источников 37 910 млн. рублей<sup>1</sup>.

<sup>1</sup> Государственная программа Московской области «Сельское хозяйство Подмосковья» на 2019–2024 гг. (в редакции от 25.06.2019 № 369/20). URL: <https://msh.mosreg.ru/dokumenty/gosudarstvennaya-programma/15-08-2019-17-41-32-gosudarstvennaya-programma-selskoe-khozyaystvo-pod> (дата обращения: 12.11.2020).

По состоянию на конец 2020 г., по данным Минсельхоза РФ, в стране функционирует порядка 350 тепличных хозяйств и более 70 инвестиционных проектов находятся на стадии строительства и расширения производственных мощностей. К концу 2020 г. ожидается рекордный урожай овощей, выращенных в защищённом грунте – 1,25 млн тонн. Сохранить тенденцию роста валового объёма продукции защищённого грунта во многом помог ввод в эксплуатацию уже построенных в 2019 г. новых тепличных площадей, а также реконструкция старых хозяйств.

Сложность подсчёта площади теплиц, в том числе – зимних, а из них – высокотехнологичных (со светокulturой или досвечиванием) состоит в том, что в России пока отсутствует ежегодная официальная статистика по этим показателям. Относительно подробно такая информация была представлена только в общероссийской

Сельскохозяйственной переписи 2016 г. и в её региональных томах, например, по Московской области<sup>1</sup>.

Кроме того, подсчёт итога затруднен тем, что одновременно со строительством новых теплиц происходит вывод из эксплуатации старых, морально и физически устаревших. Так, например, в 2018г. на 300 га увеличилась площадь новых теплиц, а выведено из эксплуатации было 118 га старых; в 2019г, соответственно, построили 260 га новых и вывели из оборота 60 га и т.п.

На сегодня в среднем по стране один гектар современных теплиц со светокulturой стоит в среднем 200–300 млн. руб., в зависимости от таких факторов, как профиль местности, продолжительность светового дня, удаленность от электросетей и энергообеспеченность, транспортно-логистический фактор, водные ресурсы, микроклимат и пр. Следует учитывать, что современные теплицы требуют порядка 2 МВт/га электроэнергии [1, с. 6], при этом от

Таблица 1/ Table 1

**Объём производства овощей закрытого грунта (млн тонн) и площадей зимних теплиц (тыс. га) в России в 2018–2020 гг. / The volume of production of greenhouse vegetables (million tons) and areas of winter greenhouses (thousand hectares) in Russia in 2018 – 2020**

Объём продукции (овощей закрытого грунта) млн тонн			Площадь зимних теплиц, всего, тыс. га		
2018	2019	2020	2018	2019	2020
0,96	1,2	1,25	2,5	2,6	2,85

Источник: составлено автором<sup>2</sup>.

<sup>1</sup> Итоги Всероссийской сельскохозяйственной переписи 2016 г. М.: Статистика России, 2018. Т. 4. Кн. 1. С. 320–323.

<sup>2</sup> Ассоциация «Теплицы России» [Электронный ресурс]. URL: <http://rusteplica.ru> (дата обращения: 12.11.2020); Государственная программа развития сельского хозяйства и регулирования рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия на период 2013–2025 гг. URL: <https://mcx.gov.ru/activity/state-support/programs/program-2013-2020/> (дата обращения: 18.11.2020); Российский статистический ежегодник. 2014. М.: Росстат, 2014 г. 693 с.; Green Talk.ru. Портал о теплицах. URL: <https://greentalk.ru/topic/> (дата обращения: 20.11.2020).

30% до 50% затрат в структуре себестоимости производства приходится на теплообеспечение. Применение получаемой из-под земли горячей воды позволяет добиться заметной экономии в теплообеспечении [1, с. 8]. Продукция теплиц в целом достаточно транспортабельна, хотя некоторые её виды требуют особых условий перевозки (например, салаты в горшочках и т.п.).

На возведение тепличных хозяйств требуется в среднем от шести месяцев до года. В нынешней макроэкономической ситуации окупить вложения в теплицы с учётом EBITDA<sup>1</sup> на уровне 45–50% можно в среднем за 7–10 лет. Поэтому без субсидирования кредитов, на оплату которых идёт до 45% выручки, эта отрасль практически не может развиваться. Как показали события 2014–2019 гг., как только в РФ возникали перебои с господдержкой, частные инвесторы переходили в «режим ожидания». В целом уровень рентабельности передовых тепличных хозяйств доходит до 40%, а старых теплиц с высоким расходом энергии и некруглогодичным периодом сбора овощей – 15–30%, что повышает коммерческую привлекательность первых не только для профильных, но и для непрофильных инвесторов.

Важно отметить, что, учитывая приведенные выше усреднённые показатели, а также тот факт, что субсидии государство выделяет только на теплицы нового поколения, они на сегодня в России фактически оказываются недоступны малому бизнесу.

<sup>1</sup> (сокр. от англ. Earnings before interest, taxes, depreciation and amortization) — аналитический показатель, равный объёму прибыли до вычета расходов по выплате процентов и налогов и начисленной амортизации.

Регионами-лидерами по выращиванию овощей защищённого грунта в 2020 г. стали: Липецкая область (59,8 тыс. т); Московская область (43,8 тыс. т); Волгоградская область (34,8 тыс. т); Калужская область (26,1 тыс. т); Ставропольский край (26 тыс. т); Краснодарский край (25,8 тыс. т)<sup>2</sup>. Как видим, в лидерах оказались не самые южные наши регионы, хотя считается, что данная отрасль наиболее рентабельна там, где дольше световой день и выше среднегодовые температуры. Интересно отметить, что в Республике Дагестан с 2012 г. общая площадь теплиц всех видов выросла почти в 100 раз, но при этом, в отличие от Московской области (табл. 3, с. 14), более 50% прироста площадей произошло за счёт малых, индивидуальных теплиц весеннего типа [6]<sup>3</sup>. Это подтверждает представление о том, что локализация теплиц весеннего типа и относительно меньших размеров (в малых предприятиях и у индивидуальных предпринимателей, в том числе в фермерских хозяйствах) в большей степени зависит от широтного фактора – чем южнее регион, тем более вероятно в нём размещение таких тепличных хозяйств. По мере продвижения на север и северо-восток доля весенних теплиц и теплиц меньшего размера устойчиво снижается.

Наиболее нуждающимися в производстве собственной продукции

<sup>2</sup> Инвестиционный потенциал тепличных комплексов России. URL: <https://zen.yandex.ru/media/id/5b6ad8c615e67900a87dc068/investicionnyi-potencial-teplichnyh-kompleksov-rossii-5f55eccbf7495128e480fda4>. (дата обращения: 19.11.2020).

<sup>3</sup> Green Talk. ru. Портал о теплицах. URL: <https://greentalk.ru/topic> (дата обращения: 20.11.2020).

защищённого грунта в нашей стране на данный момент остаются северные и северо-восточные регионы. Отставание по площадям и объёмам производства продукции тепличных хозяйств от европейской части страны этих регионов постепенно сокращается, но всё ещё весьма ощутимо. Стоит отметить тот факт, что в ряде регионов, и прежде всего на севере Западной Сибири, с относительно более дешёвыми энергоносителями, а также в регионах с достаточным или даже избыточным энергопроизводством, условия для создания новейших тепличных хозяйств очень хорошие. В то же время, например, в Приморском крае *энергодефицитность региона сдерживает в определенной мере локализацию тепличных хозяйств нового типа.*

Климат северных и северо-восточных регионов, по словам Гендиректора ассоциации «Теплицы России» Натальи Роговой, долгое время вынуждал считать, что строить тепличные комплексы там неэффективно и нецелесообразно. Однако недавнее строительство на вечномёрзлых грунтах уникальной теплицы «Саюри» в Республике Саха (Якутия) по инновационной технологии было признано лучшим российским инновационным проектом 2020 г.<sup>1</sup>

В 2018 г. в России также был разработан проект новой мобильной мини-теплицы 7-го поколения для строительства в самых отдалённых регионах. Её конструкция позволяет эффективно работать в условиях Крайнего Севера при температуре до  $-55$  градусов

Цельсия. Благодаря инновационному отечественному оборудованию производительность данной теплицы на 25% выше её предшественников. Запуск программы строительства таких мини-теплиц в труднодоступных регионах с рассредоточенным населением позволит обеспечить жителей свежими овощами, а также создать тысячи новых высокооплачиваемых рабочих мест<sup>2</sup>. Пилотные проекты уже реализуются в Норильске и на Камчатке.

В ряде регионов, несмотря на общую для страны проблему дефицита трудовых ресурсов в реальном секторе экономики, *строительство новых тепличных хозяйств было вызвано стремлением создать новые рабочие места.* В первую очередь это относится к моногородам (монопоселениям). Пример такого строительства – тепличный комплекс в г. Емва в Республике Коми, для которого это производство с 2016 г. стало т. н. «якорным» [3]. Инвестиции за три года составили здесь порядка 9 миллиардов рублей. Комплекс будет производить до 30 тысяч тонн овощей закрытого грунта в год, создано около 500 рабочих мест.

Ряд исследователей полагает, что относительно не землеёмкая, но трудоёмкая (трудозатраты в современных теплицах оцениваются в среднем в 18 чел./га. [6]), *тепличная отрасль сельского хозяйства должна размещаться, как и в советское время, в первую очередь в пригородах крупных городов или в ближайших к столичным региональным центрам районах.* Эта тенденция действительно прослеживается, напри-

<sup>1</sup> Ассоциация «Теплицы России» [Электронный ресурс]. URL: <http://rusteplica.ru> (дата обращения: 13.10.2020).

<sup>2</sup> Разработана уникальная теплица 7-го поколения для труднодоступных регионов // Крестьянские Ведомости, 3 февраля 2019.

мер, в областях Центрального федерального округа. Так, в Белгородской области в Белгородском районе построены два новых крупных тепличных комплекса (ТК «Зелёная грядка» и «Теплицы Белогорья», в Брянской области в 2002 г. построен новый СПК Агрофирма «Культура» в Брянском районе, в Курской области – ТК АО «Сейм-Агро» в Курском районе, в Республике Чувашия в Чебоксарском районе введены в строй два крупных новых тепличных хозяйства и т. д. Однако на этом, внутрирегиональном, уровне отмечен постепенный отход от такой тенденции к тенденции локализации в более удаленных и даже окраинных районах. Особенно ярко эта тенденция проявилась в Московской области.

В целом в России вплоть до 2018 г., на фоне общего суммарного сокращения площадей теплиц всех типов, такой негативный процесс происходил в Московском столичном регионе почти

в 4 раза интенсивнее среднероссийского. Как видно из табл. 2, начиная с 2000 г., площадь теплиц в России неуклонно снижалась, упав к 2014 г. до 85,2% от уровня 2000 г., и в то же время площадь теплиц в Московской области составила лишь 37,3% от уровня 2000 г. [2, с. 10].

Как следует из таблицы 3, до 2017 г. в Московской области, по данным сельскохозяйственной переписи 2016 г., среди всех организационных форм ведения хозяйства с использованием теплиц и парников значительно преобладали сельскохозяйственные организации (49,0%), а среди последних – крупные (не относящиеся к субъектам малого предпринимательства (39,9%). Крестьянские (фермерские) хозяйства и индивидуальные предприниматели использовали лишь 1,9% всех площадей теплиц и парников, а в подсобных сельскохозяйственных предприятиях несельскохозяйственных организаций находилось всего 0,5% таких площадей.

Таблица 2/ Table 2

**Динамика площадей теплиц всех типов в Российской Федерации и Московской области\* за период с 2000 по 2020 гг. / Dynamics of the growth in the areas of greenhouses of all types in the Russian Federation and the Moscow region\* for the period from 2000 to 2020**

Площадь теплиц, га, и в % к 2000 г.	2000	2014	2017	2018	2019	2020
Площадь теплиц в РФ в целом, всего, га	2361,3	2012,0	2300,0	2550	2600	2850
В % к 2000 г.	100	85,2	97,4	108,0	110,1	120,7
Площадь теплиц в Московской области, всего, га	364,6	136,1	214	н/д	н/д	Около 300
В % к 2000 г.	100	37,3	58,9	-----	-----	82,3

*Источник:* рассчитано автором по данным<sup>1</sup>

\* В границах современной Московской области и территорий, отошедших в 2012 г. к Новой Москве.

<sup>1</sup> Российский статистический ежегодник. 2014. М.: Росстат, 2014 г. 693 с.

Таблица 3 / Table 3

**Общая используемая в 2016 г. площадь зимних, весенних теплиц и парников в сельскохозяйственных организациях, крестьянских (фермерских) хозяйствах и у индивидуальных предпринимателей в Московской области (м<sup>2</sup>/Га) / The total area of winter, spring greenhouses and greenhouses in agricultural organizations, peasant (farmer) households and individual entrepreneurs in the Moscow region (m<sup>2</sup>/hectare) in 2016**

	Сельскохозяйственные организации	В том числе			Крестьянские (фермерские) хозяйства и индивидуальные предприниматели	Итого по области
		Сельскохозяйственные организации, не относящиеся к субъектам малого предпринимательства	Малые предприятия	Подсобные сельскохозяйственные предприятия несельскохозяйственных организаций		
Московская область, всего	1052923/ 105,29	857718/ 85,77	185234/ 18,52	9971/ 0,99	41521/ 4,15	2147367/ 214,73
В % от итога	49,0	39,9	8,6	0,5	1,9	100
В том числе по городским округам:						
Дмитровский г.о.	117414	115854	.....			
Егорьевский г.о.	49740					
Коломенский г.о.	2717					
Луховицкий г.о.	205000	205000				
Ногинский г.о.	14998				1509	
Одинцовский г.о.					8230	
Пушкинский г.о.	5801				1250	
Солнечногорский г.о.					154	
Ступинский г.о.						
Талдомский г.о.	2360					
Шаховской г.о.					950	
Прочие не распределённые данные	128261	97073 992 2550	32913	992	2550	

Источник: составлено автором<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Итоги Всероссийской сельскохозяйственной переписи 2016 г. М.: Статистика России, 2018. Т. 4. Кн. 1. С. 320 –323.

Начиная с 2017 г. (с опозданием на три года по сравнению с другими регионами страны), и в Московской области начался быстрый рост площадей теплиц, хотя их общая площадь так и не достигла уровня 2000 г. (табл. 4).

Таблица 4/ Table 4

**Крупнейшие тепличные хозяйства Москвы и Московской области, 2020 г. / Largest greenhouse farms in Moscow and the Moscow region, 2020**

№	Название тепличного хозяйства и год основания	Местонахождение	Продукция	Площадь всего/ теплиц, га	Занято, человек
1	ООО «Агрокультура Групп», 2014	МО, г.о. Кашира, п. Новосёлки	Овощи, ягоды	150/100	800
2	Агрокомбинат «Московский», 1970	Москва, г. Московский	Цветы, рассада	67,5/48	400
3	ООО «Луховицкие овощи», 2015	Г.о. Луховицы, д. Астапово	Овощи	43,8/30	648
4	Агрокомплекс Иванисово, 2018	МО, г.о. Электросталь, Victoria Industrial Park	Овощи, салат, ягоды	40/20	500
5	ПО «Егорьевское», 1979	МО, г.о. Егорьевск, п. Новый	С 2005г.- цветы, рассада	26/6	н/д
6	ООО ТК «Ступино», 2007	МО, г.о. Ступино, с. Татариново	Овощи	14,7/13,2	н/д
7	2004, ООО ТК «Подосинки»,	МО, г.о. Дмитров	Цветы	н.д./9	160.
8	ЗАО «Совхоз им. Горького», 1929	Москва, р-н «Некрасовка»,	Цветы, рассада	7,3/5	н/д
9	ТК «Туровский», 2016	МО, г.о. Серпухов, с. Турово	Овощи	11/6	100
10	1960, ЗАО «Матвеевское»,	МО, г.о. Одинцово, д. Вырубово	Овощи	н.д./5,7	н/д
11	«Терра Верде»	МО, г.о. Наро-Фоминск	мини-салаты	5/3	

*Источник:* составлено автором по данным Ассоциации «Теплицы России»<sup>1</sup> и ряда сайтов тепличных хозяйств, а также расчётов с использованием Яндекс-карт.

<sup>1</sup> Ассоциация «Теплицы России» [Электронный ресурс]. URL: <http://rusteplica.ru> (дата обращения: 19.11 2020).

Если сопоставить данные таблицы 3 и таблицы 4, видно, как изменилась география тепличного хозяйства в области. Так, в 2016 г. крупные тепличные хозяйства, судя по данным переписи, были лишь в двух городских округах – в Дмитровском и Луховицком. За прошедшие 4 года Московская область резко нарастила

площади именно крупных, высокотехнологичных теплиц, и в основном также в крайних городских округах. Наиболее привлекательными для инвесторов в последние 4 года оказались земли в следующих городских округах области – в Электростальском, Каширском, Луховицком, Ступинском и Шатурском.

В административных границах собственно Москвы остались старые, исторически возникшие на её тогдашних окраинах, тепличные хозяйства, оказавшиеся в её пределах после расширения границ города. В основном они специализируются на выращивании цветов и цветочной рассады для коммунального озеленения (Агрокомбинат «Московский» в г. Московский и старейший «Совхоз им. Горького» в Некрасовке). Выращивают тепличные цветы и в Московской области: ПО «Егорьевское», «Подосинки» в г.о. Дмитров, «Теплицы Раменские», «Аграрное» в Орехово-Зуеве, в Дубне и др. Всего в области производством цветов заняты около 10 предприятий с площадью теплиц порядка 35 га.

В Московской области стали появляться целые «теплично-семеноводческо-селекционные» кластеры, в состав которых, помимо сравнительно небольших по площади теплиц для выращивания растений на семена, в т.ч. с научной целью, входят крупные по площади тепличные хозяйства – филиалы, расположенные на значительном расстоянии от головного офиса, и на большем удалении от Москвы, на более дешёвых землях (пример – ПО «Егорьевское» в составе Агрофирмы «Поиск» (см. табл.2)).

Отмечен и такой тренд: у крупных тепличных хозяйств появляются со временем филиалы в соседних и даже более удалённых регионах, как правило, расположенных в южном направлении от Москвы: в Тульской, Белгородской, Воронежской, Калужской и других областях. Стоимость земли вокруг Москвы в этом случае, очевидно, перевешивает затраты на «длинное плечо» логистики [4].

С другой стороны, в Московской области появились в последние годы филиалы (дочерние производства) крупных тепличных хозяйств, изначально построенных в других, в основном южных, регионах. Например, небольшое по площади хозяйство по производству мини-салатов ООО «Терра Верде» в Наро-Фоминском городском округе входит в состав ассоциации инвесторов, включающих компании ООО «Новая Земля» (имеет 68 га в Анапском районе Краснодарского края) и ООО «Агроферма Альтамура» с основными посевными площадями в Республике Адыгея.

Другой пример: ООО «Луховицкие овощи» входит в Группу компаний «Рост» (до 2019 г. – холдинг «Технологии Тепличного Роста»), имеющий на сегодня 6 крупных тепличных хозяйств в разных областях Центрального федерального округа.

Ряд тепличных хозяйств Московской области получила возможность стать резидентами индустриальных парков в составе агрокластеров, т.е. совместно с другими, не только тепличными, агрохозяйствами, на единой площадке, с уже готовой инфраструктурой. Например, Агрокомплекс «Иванисово», который в 2018 г. стал первым резидентом на территории агрокластера индустриального парка Victoria Industrial Park в г.о. Электросталь, был обеспечен энергетическими мощностями его инфраструктуры: ГТУ–ТЭЦ, ВЗУ, энергоцентром и т.п.<sup>1</sup>. Это позволило ему сэкономить на инфраструктурных за-

<sup>1</sup> Green Talk. ru. Портал о теплицах. URL: <https://greentalk.ru/topic/> (дата обращения: 20.11.2020).

тратах и быстрее выйти на производство готовой продукции<sup>1</sup>. Интеграция и кооперация в овощеводстве закрытого грунта, в том числе – пространственная, так же важна и эффективна, как и в других отраслях хозяйства [5].

Развитие тепличных хозяйств в самых современных, высокотехнологичных формах, по сути, является ярким примером современной реализации задачи по воспроизводству природных ресурсов [2; 7; 8]. В случае с передовыми тепличными технологиями налицо достижение человечества по воспроизводству растительных ресурсов в почти независимой от природных условий и ресурсов форме: от микроклимата, земельных ресурсов как территории и от плодородия почв, в значительной мере – от водных ресурсов, которые могут использоваться в замкнутом контуре, от вредителей растений и от наличия естественных опылителей растений.

Так, в основу производства теплиц 4-ого и 5-ого поколений заложена передовая голландская технология – малообъемная гидропоника с системой искусственного досвечивания, при которой в качестве субстрата применяется специально обработанная мине-

ральная вата – практически идеальная модель почвы [11].

Следует отметить, однако, что для размещения собственно теплиц последнего поколения, как, впрочем, и старых теплиц, требуется достаточно ровная площадка. Но по сравнению с другими природными условиями этот фактор – один из самых легко преодолимых.

Требования к экологичности получаемой продукции растениеводства (особенно – овощей, ягод, грибов) играют важнейшую роль в организации всех процессов в тепличной отрасли. Это соответствует тренду развития всего современного сельского хозяйства, выраженному как императив: «...в современных условиях разведения сельскохозяйственных культур важен не только поиск и применение новых эффективных способов выращивания растений, которые бы гарантировали высокую урожайность и рост, но также важно, чтобы данные технологии не нарушали экологического равновесия» [7].

В современных тепличных хозяйствах используется высокоточное дозирование количества минеральных и органических удобрений, подаваемых в субстрат, что позволяет в итоге получать безопасное остаточное их количество в готовой продукции. Опыляют растения внутри замкнутого помещения теплиц специально разводимые виды шмелей, и этот метод обеспечивает лучшие вкусовые характеристики получаемого урожая. Защита растений осуществляется биологическим методом при помощи специальных насекомых – энтомофагов, что также позволяет полностью исключить использование химических методов защиты. Все это выделяет в лучшую

<sup>1</sup> ГТУ–ТЭЦ является первым в российской практике уникальным проектом, в котором удалось добиться сочетания одновременной выработки электрической и тепловой энергии, а также снизить удельные расходы топлива на единицу вырабатываемой тепловой и электрической энергии. Газовая турбина снабжена уникальной системой горелок с сухим подавлением окислов азота. Газотурбинный цикл почти не использует воды – отсюда минимальное воздействие на водный бассейн. Комплекс специальных мероприятий обеспечивает низкий уровень шума.

сторону качество и безопасность продукции теплиц нового поколения по сравнению с растительной сельскохозяйственной продукцией, выращиваемой в открытом грунте.

Таким образом, вероятно, можно считать, что в данной отрасли уже достигнут и широко применяется образец практически полностью замкнутой локальной экосистемы, о чём так давно мечтали учёные.

Следует отметить, что негативное воздействие тепличной отрасли на внешнюю окружающую среду пока не столь впечатляет своей безопасностью, регулируемостью и размерами, как во внутреннем пространстве теплиц. Это связано, прежде всего, с тем, что современные передовые тепличные хозяйства появились сравнительно недавно, по крайней мере в нашей стране [7]. Пока явно недостаточно изучено их влияние на различные компоненты окружающей среды [10]. В отличие от обычного растениеводства в открытом грунте, здесь нет площадного воздействия на землю, нет годовой цикличности и изменчивости по видам и количеству воздействий, есть возможность использовать замкнутый водооборот, очистку всех сбрасываемых вовне использованных вод, воздуха и твердых отходов. То есть хотя тепличная отрасль и относится к отраслям сельского хозяйства, по своей технологической сути – это типичное промышленное предприятие почти замкнутого контура. Таким образом, к нему могут и должны быть применимы все требования, которые применяются в настоящее время к любому промышленному предприятию, имеющему при этом свою ярко выраженную отраслевую специфику.

Кроме того, в тепличной отрасли негативное воздействие на окружающую среду, как и во многих обычных производствах, прежде всего – в промышленности, не сказывается на качестве готовой продукции и на конкурентоспособности хозяйств. Следовательно, так как тепличные хозяйства экономически не заинтересованы в затратах на охрану среды вне теплиц, необходимо применять иные механизмы, заставляющие предприятие вкладывать средства в наилучшие из имеющихся технологии по минимизации негативного воздействия.

В настоящее время, судя по ряду публикаций, посвящённых воздействию теплиц на окружающую среду, можно отметить следующие их виды и связанные с ними проблемы [6; 7; 10].

1) *Воздействие на атмосферу* связано с необходимостью обеспечить теплицы теплом и энергией. Это выражается присутствием в составе тепличных хозяйств электрогенерирующей мощности, а также одной или нескольких котельных. Состав и объём выбросов в атмосферу от этих предприятий зависят прежде всего от вида используемого топлива, его качества и количества, и от наличия или отсутствия очистных сооружений. Это достаточно проработанная сторона оценки воздействия на атмосферу от тепличных хозяйств, хотя и требует ещё детализации. В частности, не вполне ясно, как рассчитывать допустимый выброс от нескольких точечных источников или от одного (укрупненного) источника на небольшой по площади производственной площадке. Существуют и альтернативные источники тепла для теплиц. Так, одно из небольших тепличных хозяйств в

Республике Адыгея отапливается геотермальными водами.

2) *Воздействие на водные ресурсы* может быть разделено на два вида:

а) количественный аспект – объём забираемой воды, и объём сбрасываемых отработанных вод. Хотя объём водозабора в расчете на единицу готовой продукции относительно не столь велик, как, например, в химической промышленности, тем не менее в результате забора воды из скважин со временем возрастает вероятность понижения уровня горизонта подземных вод и образования депрессионной воронки вокруг скважин;

б) качество сбрасываемых отработанных, в т.ч. дренажных вод, с очисткой или без таковой. В этом вопросе есть пока слабо проработанные моменты, так как доочистка и подогрев воды, требуемой в процессе производства, происходит с образованием определенного количества стоков повышенной минерализации, а сброс отработанных и дренажных вод без достаточной очистки может приводить к загрязнению водоёмов, грунтовых вод и прилегающих земель.

3) *Образование твердых промышленных отходов* в тепличных хозяйствах в значительной мере зависит от типа субстрата, используемого для выращивания растений. В самых передовых теплицах, как правило, по технологии предусмотрено использование субстрата из минеральной ваты или других инертных материалов, производимых специализированными предприятиями за пределами собственно тепличных хозяйств. Однако в теплицах с менее передовой технологией всё ещё используются грунты и смешанные субстраты, которые после цикла

их использования необходимо либо восстанавливать, либо утилизировать как твёрдые отходы. В ряде тепличных хозяйств задействованы оба варианта субстратов, так как хозяйства, возникшие ранее, в том числе ещё во времена СССР, всё ещё сохранили старый тепличный фонд, наряду со строительством новых, передовых теплиц. Кроме того, после получения урожая в тепличных хозяйствах образуется большое количество растительных остатков, требующих утилизации.

### Заключение

Проведённое исследование тенденций развития и размещения тепличных хозяйств в России за последние 20 лет показало, что на уровне крупных регионов страны по площади новых теплиц и по производству овощей закрытого грунта преобладают южные и центральные субъекты федерации. В этих регионах тепличные хозяйства развиваются с ориентацией на более тёплый климат, свободные земли, плотность населения (трудовые ресурсы и сбыт продукции), а также на энергообеспеченность. В более северных и северо-восточных регионах эти факторы размещения в большинстве своём хуже, за исключением энергообеспеченности (и то не везде), но размещение отдельных новых современных теплиц связано скорее с необходимостью обеспечить местное население местными овощами закрытого грунта, а также с задачей создания новых рабочих мест. Поэтому помимо «естественных» факторов, здесь работает в определенной степени фактор государственного императива, подкрепляемый более надежной финансовой поддержкой федерального и регионального уровня.

Отмечена определенная зависимость в соотношении количества тепличных хозяйств весеннего и зимнего, круглогодичного типа, а также количества теплиц в составе крупных хозяйств и у мелких предпринимателей, фермеров и пр. Чем южнее регион, тем это соотношение более близко к 50% на 50%, как, например, в Дагестане. В более северных регионах в последние годы явно преобладают новые крупные хозяйства с современными круглогодичными теплицами, так как для мелких предпринимателей такие теплицы экономически недоступны, а весенние здесь ещё менее эффективны. К тому же мелкие и весенние теплицы не могли в последние

годы рассчитывать на финансовую помощь государства.

На внутрорегиональном уровне отмечен постепенный отход от предыдущей тенденции преимущественного выбора места размещения тепличных хозяйств в ближайших к региональному центру районах к локализации в окраинных районах. Особенно ярко эта тенденция проявилась в Московской области.

Выявлены также тенденции по созданию тепличных кластеров, агрокомплексов и размещению тепличных хозяйств в границах агроиндустриальных парков, вызванные ориентацией инвесторов на меньшие инфраструктурные затраты.

*Статья поступила в редакцию 14.12.2020*

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Бучаев А. Г., Магомедов А. М. Рентабельность сельского хозяйства региона и господдержка в условиях ВТО // Управление экономическими системами: электронный научный журнал. 2015. № 2 (74). URL: <http://uecs.ru/marketing/item/3358-2015-02-12-07> (дата обращения: 08.11.2020).
2. Волкова И.Н. Возобновимые природные ресурсы России: динамика, факторы и проблемы воспроизводства в постсоветский период // Поляризация российского пространства: экономико-, социально- и культурно-географические аспекты. М.: ИП Матушкина И. И., 2018. С. 20–31.
3. Волкова И. Н. Проблемы и направления инновационного развития подотраслей сельского хозяйства в России // Добродеевские чтения – 2019: Сборник научных трудов III Международной научно-практической конференции (г. Мытищи, 17 октября 2019 г.). М.: Информационно-издательское управление Московского государственного областного университета, 2019. С. 219–225.
4. Волкова И. Н., Крылов П. М. Эколого-градостроительные проблемы трансформации расселения в постсоветский период (на примере Московской области) // Вестник Московского государственного областного университета. Серия: Естественные науки. 2018. № 3. С. 52–61.
5. Дибиров А. А., Погодина О. В. Основные факторы и тенденции развития интеграции в овощеводстве закрытого грунта Северо-Западного федерального округа Российской Федерации // Российский электронный журнал. 2018. № 2 (28). С. 143–163. URL: <http://journal.bsau.ru/directions/08-00-00-economic-sciences/746/> (дата обращения: 08.11.2020).
6. Магомедов А. М. Развитие тепличного овощеводства в регионе // Современные проблемы науки и образования. 2015. №1. С. 1–8.

7. Оськин С. В. Инновационные пути повышения экологической безопасности сельскохозяйственной продукции // Труды Кубанского государственного аграрного университета. 2010. № 24. С. 147–154.
8. Природопользование в территориальном развитии современной России / под ред. И. Н. Волковой, Н. Н. Ключева. М.: Медианпресс, 2014. 360 с.
9. Шкуренко О., Костырев А. Шесть лет без хамона и пармезана // Коммерсантъ. 2020. 15 августа.
10. Экологические проблемы гидропонного тепличного хозяйства / А. И. Гилев, С. В. Тимофеев, О. Ш. Белявская, Г. В. Сухарев // Северный морской путь. Водные и сухопутные транспортные коридоры как основа развития Сибири и Арктики в XXI веке: Сборник докладов XX Международной научно-практической конференции. Тюмень: Тюменский индустриальный университет, 2018. С. 65–69.
11. Badgery-Parker, J. Greenhouse Horticulture-Beyond Australia. A report on a study tour of the greenhouse and soilless horticulture industries of England, The Netherlands, Spain and Canada. 2001. 38 p. [Электронный ресурс]. URL: <http://www.dpi.nsw.gov.au/data/assets/pdf/file/0006/119409/greenhouse-horticulture>. (дата обращения: 06.11.2020).
12. Spatial Distribution of Greenhouse Commercial Horticulture in Kenya and the Role of Demographic Infrastructure and Topo-Edaphic Factors [Электронный ресурс]. URL: <https://www.researchgate.net/publication/284837848/> (дата обращения: 08.11.2020).

#### REFERENCES

1. Buchaev A. G., Magomedov A. M. [The profitability of agriculture in the region and state support in the context of the WTO]. In: *Upravlenie ekonomicheskimi sistemami: elektronnyi nauchnyi zhurnal* [Management of economic systems: electronic scientific journal], 2015, no. 2 (74). Available at: <http://uecs.ru/marketing/item/3358-2015-02-12-07> (accessed: 08.11.2020).
2. Volkova I. N. [Renewable natural resources of Russia: dynamics, factors and problems of reproduction in the post-Soviet period]. In: *Polyarizatsiya rossiiskogo prostranstva: ekonomiko-, sotsial'no- i kul'turno-geograficheskie aspekty* [Polarization of the Russian space: economic, social and cultural-geographical aspects]. Moscow, Matushkin I.I. Publ., 2018, pp. 20–31.
3. Volkova I. N. [Problems and directions of innovative development of agricultural subsectors in Russia]. In: *Dobrodeevskie chteniya – 2019: Sbornik nauchnykh trudov III Mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii (g. Mytishchi, 17 oktyabrya 2019 g.)* [Dobrodeevskie readings – 2019: Collection of scientific papers of the III International scientific and practical conference (Mytishchi, October 17, 2019)]. Moscow, Moscow Region State University Publ., pp. 219–225.
4. Volkova I. N., Krylov P. M. [Ecological and urban planning problems of transformation of settlement in the post-Soviet period (on the example of the Moscow region)]. In: *Vestnik Moskovskogo gosudarstvennogo oblastnogo universiteta. Seriya: Estestvennye nauki* [Bulletin of the Moscow Region State University. Series: Natural Sciences], 2018, no. 3, pp. 52–61.
5. Dibirov A. A., Pogodina O. V. [The main factors and trends in the development of integration in greenhouse vegetable growing in the North-West Federal District of the Russian Federation]. In: *Rossiiskii elektronnyi zhurnal* [Russian electronic journal], 2018, no. 2 (28), pp. 143–163. Available at: <http://journal.bsau.ru/directions/08-00-00-economic-sciences/746/> (accessed: 08.11.2020).
6. Magomedov A. M. [Development of greenhouse vegetable growing in the region]. In: *Sovremennye problemy nauki i obrazovaniya* [Modern problems of science and education], 2015, no. 1, pp. 1–8.

7. Oskin S. V. [Innovative ways to improve the environmental safety of agricultural products]. In: *Trudy Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta* [Proceedings of the Kuban State Agrarian University], 2010, no. 24, pp. 147–154.
8. Volkova I. N., Klyuev N. N., eds. *Prirodopol'zovanie v territorial'nom razvitii sovremennoi Rossii* [Nature management in the territorial development of modern Russia]. Moscow, Mediapress Publ., 2014. 360 p.
9. Shkurenko O., Kostyrev A. [Six years without jamon and parmesan]. In: *"Kommersant"* [Kommersant], 2020, 15 August.
10. Gilev A. I., Timofeev S. V., Belyavskaya O. Sh., Sukharev G. V. [Environmental problems of hydroponic greenhouse facilities]. In: *Severnyi morskoi put'. Vodnye i sukhoputnye transportnye koridory kak osnova razvitiya Sibiri i Arktiki v XXI veke: Sbornik dokladov XX Mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii* [Northern Sea Route. Water and land transport corridors as the basis for the development of Siberia and the Arctic in the XXI century: Collection of reports of the XX International Scientific and Practical Conference]. Tyumen, Tyumen Industrial University Publ., 2018, pp. 65–69.
11. Badgery-Parker, J. *Greenhouse Horticulture-Beyond Australia. A report on a study tour of the greenhouse and soilless horticulture industries of England, The Netherlands, Spain and Canada.* 2001. 38 p. Available at: [http://www.dpi.nsw.gov.au/data/assets/pdf\\_file/0006/119409/greenhouse-horticulture](http://www.dpi.nsw.gov.au/data/assets/pdf_file/0006/119409/greenhouse-horticulture). (accessed: 06.11.2020).
12. *Spatial Distribution of Greenhouse Commercial Horticulture in Kenya and the Role of Demographic Infrastructure and Topo-Edaphic Factors.* Available at: <https://www.researchgate.net/publication/284837848/> (accessed: 08.11.2020).

---

#### ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРЕ

Волкова Ирина Николаевна – кандидат географических наук, ведущий научный сотрудник отдела социально-экономической географии Института географии Российской академии наук;

e-mail: volin511@yandex.ru

#### INFORMATION ABOUT THE AUTHOR

*Irina N. Volkova* – Cand. Sci. (Geography), Leading Researcher of the Department of Socio-Economic Geography, Institute of Geography of the Russian Academy of Sciences;

e-mail: volin511@yandex.ru

---

#### ПРАВИЛЬНАЯ ССЫЛКА НА СТАТЬЮ

Волкова И. Н. Тепличная отрасль хозяйства России и факторы, влияющие на её развитие и размещение // Географическая среда и живые системы. 2021. № 1. С. 93–109.

DOI: 10.18384/2712-7621-2021-1-93-109

#### FOR CITATION

Volkova I. N. Greenhouse industry of Russia and factors influencing its development and localization. In: *Geographical Environment and Living Systems*, 2021, no. 1, pp. 93–109.

DOI: 10.18384/2712-7621-2021-1-93-109

УДК 911

DOI: 10.18384/2712-7621-2021-1-110-130

## ГЕОГРАФИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ГОСУДАРСТВЕННОЙ ПОЛИТИКИ НА ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОМ ТРАНСПОРТЕ РОССИИ

*Требушкова И. Е., Полякова Н. О.*

*Курский государственный университет*

*305000, Курская область, г. Курск, ул. Радищева, д.33, Российская Федерация*

### **Аннотация**

**Цель.** Провести географический анализ государственной политики Российской Федерации и её деятельности в области железнодорожного транспорта по модернизации, реконструкции и строительству новых железнодорожных линий и сопутствующей инфраструктуры.

**Процедура и методы.** В исследовании использовались сравнительно-аналитический, статистико-математический и геоинформационный методы, которые позволили выявить территориальные диспропорции в развитии железнодорожного транспорта России и обозначить его основные географические проблемы.

**Результаты.** Проанализированы основные документы, регламентирующие развитие железнодорожного транспорта РФ. Выделены политический, экономический и социальные аспекты развития железнодорожного транспорта России в территориальном измерении. Выявлена закономерность: в регионах нового и пионерного освоения реализуются проекты по строительству новых участков железных дорог, необходимых для разработки месторождений полезных ископаемых и формирования опорного транспортного каркаса. В староосвоенных регионах новое строительство связано с эффективностью использования сложившейся транспортной сети и с оптимизацией сложившихся грузопотоков. В сфере пассажирских перевозок увеличивается роль и значение крупных агломераций, а также корреспонденций между крупнейшими городами, транспортными узлами – центрами формирования пассажирских потоков. При этом прослеживается процесс формирования транспортно изолированных территорий, частично или полностью лишившихся пригородного железнодорожного сообщения (в первую очередь, Нечерноземье европейской части России).

**Теоретическая и/или практическая значимость.** Проведённое исследование позволит дополнить теоретические представления о современном состоянии и перспективах развития железнодорожного транспорта России. Выявленные пространственные закономерности размещения сети железнодорожного транспорта и системы управления им могут быть использованы в последующих комплексных экономико-географических исследованиях, а также при разработке схем территориального развития России в целом и отдельных её регионов.

**Ключевые слова:** железнодорожный транспорт России, государственная транспортная политика, пригородное сообщение, транспортные системы агломераций, региональная транспортная система

## GEOGRAPHICAL ANALYSIS OF STATE POLICY ON RUSSIAN RAILWAY TRANSPORT

*I. Trebushkova, N. Polyakova*

*Kursk State University*

*33, ul. Radishcheva, 305000 Kursk, Russian Federation*

### **Abstract**

**Aim.** The purpose of the paper is a geographical analysis of the state policy of the Russian Federation, which carries out activities in the field of railway transport, involving modernization, reconstruction and construction of new railway lines and related infrastructure.

**Methodology.** The main research methods include comparative-analytical, statistical-mathematical and geoinformational techniques, which make it possible to visualize territorial imbalances in the development of railway transport in Russia and to identify its main geographical problems.

**Results.** The main documents regulating the further development of railway transport of the Russian Federation are analyzed. The political, economic and social aspects of the development of railway transport in Russia in the territorial dimension are highlighted. A pattern is identified: in the regions of new and pioneer development, projects are being implemented to build new sections of railways necessary for the development of mineral deposits and the formation of a supporting transport framework. In the old-age regions, new construction is associated with the efficiency of using the existing transport network and with the optimization of existing cargo flows. In the field of passenger transportation, the role and importance of large agglomerations, as well as correspondence between the largest cities, transport hubs, i.e. centers for the formation of passenger flows, is increasing. At the same time, the process of forming transport isolated territories that have partially or completely lost suburban railway communication (primarily the Non-Black Earth region of the European part of Russia) is traced.

**Research implications.** The study will help supplement theoretical ideas about the current state and prospects for the development of railway transport in Russia. The revealed spatial patterns of the location of the railway transport network and its management system can be used in subsequent complex economic and geographical studies, as well as in the development of schemes for the territorial development of Russia as a whole and its individual regions.

**Keywords:** railway transport of Russia, state transport policy, suburban transport, agglomeration transport systems, regional transport system

### **Введение**

Транспорт – это крупнейшая системообразующая отрасль, которая имеет тесные связи со многими элементами экономики и социальной сферы. Для Российской Федерации эффективное транспортное сообщение как внутри страны, так и с сопредельными государствами является одним из важней-

ших видов экономической деятельности. В масштабе экономических районов транспортная система выступает в роли ведущего фактора развития специализации и комплексности хозяйства.

По мере дальнейшего развития страны, расширения её внутренних и внешних транспортно-экономических

связей, ликвидации транспортной дискриминации населения, а также роста объемов производства и повышения уровня жизни населения значение транспорта и его роль как системообразующего фактора будут только возрастать<sup>1</sup>.

Важное место в транспортной системе занимают железные дороги. Железнодорожный транспорт в России в последние годы выполняет 11–13% общего объема грузовых перевозок и более 80% общего грузооборота, создаваемого всеми видами транспорта (без учета трубопроводного транспорта).

От состояния и качества работы железнодорожного транспорта зависят не только перспективы дальнейшего социально-экономического развития, но также возможности государства эффективно выполнять такие важнейшие функции, как защита национального суверенитета и безопасности страны, укрепление единства пространства, обеспечение потребности граждан в перевозках, создание условий для выравнивания социально-экономического развития регионов, повышение эффективности ресурсной независимости и конкурентоспособности России на глобальном уровне [1; 4; 7].

Железнодорожный транспорт общего пользования является одной из важнейших составляющих транспортной системы страны, обеспечивающей:

1) вывоз экспортных и ввоз импортных грузов для значительной части территории России; 2) большинство транспортно-экономических связей со многими сопредельными государствами и соседями второго порядка; 3) значительный объем перевозок массовых грузов в межрегиональном сообщении; 4) перевозки пассажиров в дальнем и пригородном сообщении.

Российская железнодорожная сеть по любым показателям может быть отнесена к мировому уровню. Это третья по протяженности линий сеть в мире (около половины которой электрифицирована) и третья – четвертая (в разные годы) по показателям грузоотправки, грузооборота, пассажироотправки и пассажирооборота. По численности занятого персонала она занимает третье место в мире после Китая и Индии.

Ожидается, что в дальнейшем объемы железнодорожных перевозок в России в целом будут увеличиваться, при этом особенно возрастет роль и значение железнодорожного транспорта в жизнеобеспечении и эффективном хозяйствовании слабозвоенных территорий. Это связано с влиянием таких специфически российских факторов, как 1) транспортно-географическое положение труднодоступных регионов, при котором они фактически являются «мостом» между регионами центра европейской части России, северо-запада и регионами промышленно развитого Урала, с одной стороны, и с богатой природными ресурсами Сибирью, с другой; 2) наличие устойчивых транспортных связей между макрорегионами России, в том числе – развитость сети железных дорог в освоенной части террито-

<sup>1</sup> Распоряжение Правительства РФ от 30.09.2018 № 2101-р (ред. от 04.07.2020) «Об утверждении комплексного плана модернизации и расширения магистральной инфраструктуры на период до 2024 г.». URL: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_308743/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_308743/) (дата обращения: 30.11.2020).

рии страны; 3) дальнейшее развитие и совершенствование «открытости» экономики страны, и прежде всего – развитие экспортноориентированных отраслей; 4) рост транспортной подвижности населения<sup>1</sup> (особенно в рамках развивающихся городских агломераций Москвы, Санкт-Петербурга, Екатеринбургa, Нижнего Новгорода и ряда других).

Одним из важнейших направлений повышения эффективности мирового железнодорожного транспорта считается развитие скоростных и высокоскоростных пассажирских сообщений [10].

Многие российские и зарубежные исследователи российской транспортной системы отмечают сочетание протекционизма в государственной политике с интеграционными факторами, проявляющимися в различных сегментах (подотраслях) российской транспортной системы, включая железнодорожный транспорт [12; 15; 16].

### Материалы и методы

Материалами для выполнения данной работы послужили нормативно-правовые документы Российской Федерации, статистические сведения Федеральной службы государственной статистики и цифровая географическая основа территории России и сопредельных государств масштаба 1:2500000, подготовленная во Всероссийском научно-исследова-

тельском геологическом институте им. А. П. Карпинского и использованная авторами данной статьи для визуализации полученных результатов, а также научные публикации и специализированные сайты сети Интернет.

### Результаты исследования и обсуждение

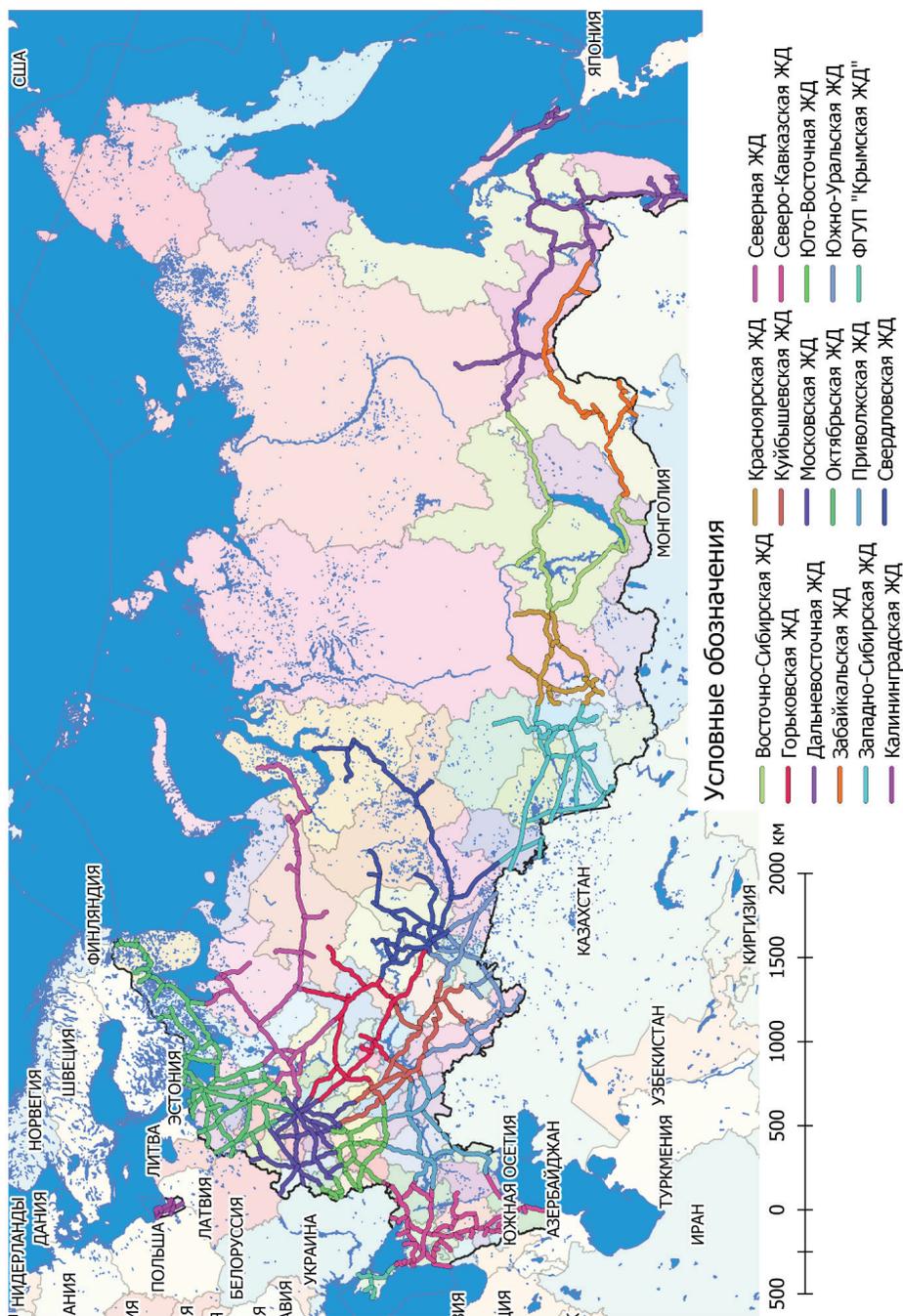
Сеть российских железных дорог общего пользования является неотъемлемой частью евроазиатской железнодорожной сети, интегрированной с железнодорожными системами зарубежной Европы и Восточной Азии. Они обеспечивают функционирование международных (трансевропейских и трансасиатских) транспортных коридоров<sup>2</sup>.

В настоящее время функции управления большей частью железных дорог Российской Федерации осуществляет ОАО «РЖД». Меньшая часть принадлежит другим организациям (как правило, крупным промышленным предприятиям с большим объемом транспортировки производимых грузов). Постановлением Правительства Российской Федерации № 585 от 18.09.2003 г. было создано открытое акционерное общество «Российские железные дороги»<sup>3</sup>. ОАО РЖД приняло от Министерства путей сообще-

<sup>1</sup> Распоряжение Правительства РФ от 13.02.2019 № 207-р (ред. от 31.08.2019) «Об утверждении Стратегии пространственного развития Российской Федерации на период до 2025 г.». URL: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_318094/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_318094/) (дата обращения: 16.06.2020).

<sup>2</sup> Распоряжение от 17.04. 2018 г. № 769-р «Об утверждении стратегии научно-технологического развития холдинга «РЖД» на период до 2025 г. и на перспективу до 2030 г.» (Белая книга).

<sup>3</sup> О создании Государственного унитарного предприятия Республики Крым «Крымская железная дорога» [Электронный ресурс]: Распоряжение Совета министров Республики Крым от 23.12.2014 № 1457-р. URL: <http://docs.cntd.ru/document/413905299> (дата обращения: 25.05.2020).



**Рис.1 / Fig. 1.** Схема современного подчинения железных дорог (Филиалы ОАО «РЖД» и ФГУП «КЖД») / Scheme of modern subordination of railways (branches of open joint stock company "Russian Railways" and Federal State Unitary Enterprise "Crimean railway")

Источник: составлено автором по [8]

ния (МПС) Российской Федерации 01.10.2003 г. функции организации работы железнодорожного транспорта, в ведении которого остались сначала лишь функции управления и регулирования. Впоследствии МПС было ликвидировано. При этом организация железных дорог, структура управления и технологии перевозок не изменились<sup>1</sup>.

Сеть железных дорог, принадлежащая ОАО «РЖД», разделена между 16 филиалами – железными дорогами (см. рис. 1). В 2014 – 2015 гг. в связи с вхождением в состав России Республики Крым и г. Севастополь была образована отдельная компания, выполняющая транспортную работу в сфере железнодорожного транспорта на данной территории<sup>2</sup>.

Основные характеристики структуры транспортной сети Российской Федерации сложилась постепенно под влиянием особенностей экономико-географически условий страны и ряда технико-экономических характеристик видов транспорта [7] (табл. 1).

Анализ таблицы показывает, что общая эксплуатационная длина железнодорожных путей общего пользования РФ составляет 87 тыс. км: из них 51% электрифицированы, 49% эксплуатируются с тепловозной тягой. Из об-

щей протяжённости железнодорожных путей на двух- и многоколейные участки приходится примерно 44%. За 14 лет (с 2005 г. по 2019 г.) протяжённость железнодорожных путей общего пользования увеличилась на 1,8 тыс. км (2,1%) (см. табл. 1). В составе транспортной системы страны каждый вид транспорта имеет свою определенную сферу применения. Формирование транспортной сети обусловлено, как правило, следующими социально-экономическими факторами: развитием и размещением хозяйства, населённых пунктов, транспортно-экономическими связями, расположением основных курортных и рекреационных объектов.

В настоящее время на территории Российской Федерации сформирована разветвлённая сеть железнодорожных путей и сопутствующей инфраструктуры (рис. 2). В размещении и развитии инфраструктуры железнодорожного транспорта наблюдаются значительные территориальные диспропорции. В границах Российской Федерации на 2020 г. можно выделить несколько типов структуры сети железных дорог:

1) в западной экономической зоне железнодорожная сеть имеет радиальную (или радиально-кольцевую) систему: крупнейшим транспортно-логистическим центром является г. Москва, от которого расходятся 11 радиальных магистралей (линий) по основным географическим направлениям европейской части России, с продолжением большей части из них в азиатскую часть и зарубежные страны (часть из них можно считать тупиковыми, например, участок Октябрьской железной дороги, заканчивающийся в Мурманской области). На различном удалении от центра радиальные на-

<sup>1</sup> ОАО «РЖД» сегодня // ОАО «РЖД». URL: [http://www.rzd.ru/static/public/ru?STRUCTURE\\_ID=628](http://www.rzd.ru/static/public/ru?STRUCTURE_ID=628) (дата обращения: 27.05.2020).

<sup>2</sup> О передаче государственного унитарного предприятия Республики Крым «Крымская железная дорога» как имущественного комплекса в федеральную собственность [Электронный ресурс]: Распоряжение Правительства Российской Федерации от 29.12.2015 № 2729-р. URL: <http://docs.cntd.ru/document/420327375> (дата обращения: 25.05.2020).

Таблица 1 / Table 1

**Протяженность путей сообщения, тыс. км / Length of railway routes, thousand km**

	2005	2010	2015	2016	2017	2018	2019
Железнодорожные пути общего пользования	85,2	85,7	86,3	86,4	86,5	86,6	87,0
Автомобильные дороги – всего	581	825,0	1480,5	1498,5	1507,8	1531,6	1 542,2
в том числе с твёрдым покрытием	530,5	664,6	1045,5	1 053,7	1 064,0	1 077,5	1 089,1
Трамвайные пути	2,8	2,6	2,5	2,5	2,5	2,5	2,4
Троллейбусные линии	4,9	4,9	5,3	5,3	5,2	5,1	5,1
Пути метрополитена	0,436	0,475	0,517	0,532	0,542	0,582	0,602
Газопроводы	159,9	167,5	177,7	179,3	179,8	179,3	181,8
Нефтепроводы	49,8	49,2	54,8	54,2	53,4	53,4	53,4
Нефтепродуктопроводы	15,6	15,9	19,3	16,6	17,3	17,1	16,8
Внутренние водные судоходные пути	101,7	101,4	101,7	101,5	101,5	101,5	101,6

Источник: составлено автором по данным официальной статистики Росстата<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup> Транспорт в России – 2020 г. URL: [https://rosstat.gov.ru/bgd/regl/B20\\_55/Main.htm](https://rosstat.gov.ru/bgd/regl/B20_55/Main.htm) (дата обращения 02.12.2020).

<sup>2</sup> Транспорт в России. 2018: Стат. сб. / Росстат. М., 2018. 101 с. URL: [gks.ru/folder/210/document/13229](https://gks.ru/folder/210/document/13229) (дата обращения 12.06.2020).

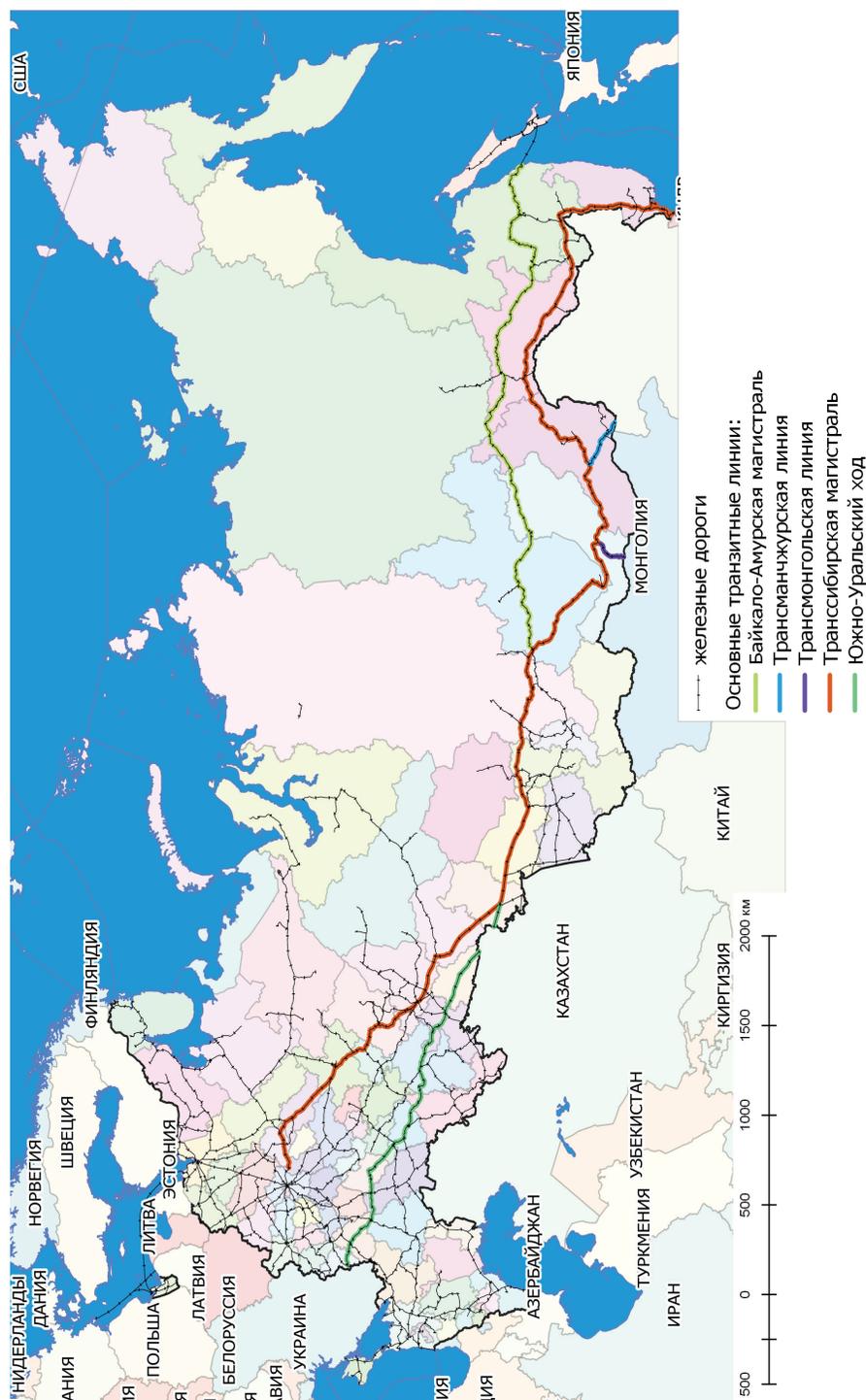
правления соединяются кольцевыми (полукольцевыми, хордовыми) линиями. Этот регион отличает наибольшая плотность, протяжённость и разветвлённость железнодорожного полотна;

2) в восточной экономической зоне России сеть железных дорог имеет преимущественно широтное направление, сосредоточена в основном в южной части региона (основой сети являются участки Транссиба и БАМа). При этом от основной сети железных дорог отходят небольшие тупиковые участки, связывающие труднодоступные территории с основной сетью железных дорог общего пользования (например, недавно построенная тупиковая ли-

ния, подходящая к расположенному напротив столицы Республики Саха Якутска посёлку Нижний Бестях).

В северной части европейской территории России и в восточном макрорегионе страны железнодорожная сеть недостаточно развита. Железные дороги общего пользования на 2020 г. отсутствуют в 6 из 85 субъектах Российской Федерации: в Ненецком автономном округе, Республиках Алтай и Тыва, а также Камчатском крае, Чукотском автономном округе и Магаданской области.

В 1990–2020 гг. происходило постепенное сокращение сети узкоколейных железных дорог (УЖД) общего и



**Рис.2 / Fig. 2.** Сеть железных дорог и основные транзитные линии на территории РФ/ Railway network and main transit lines on the territory of the Russian Federation

*Источник:* составлено автором на основе цифровой основы ВНИГИ им. А.П. Карпинского<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Цифровая основа территории России и сопредельных государств масштаба 1:2500000 [Электронный ресурс] // Всероссийский научно-исследовательский геологический институт им. А. П. Карпинского: электрон, дан. URL: <https://vsegei.ru/fu/info/topo/2500.zip> (дата обращения: 03.01.2020).

необщего пользования. Рассмотрим проблему на примере Кировской области [6]. Наиболее бурно строительство УЖД в Кировской области осуществлялось в середине XX в. Они создавались как практически единственное средство доставки рабочей силы до мест разработок и вывоза оттуда готовой продукции (леса, торфа и т.д.). Это было связано с двумя основными причинами: экономико-географическими и производственными. Строительство и эксплуатация УЖД является наименее капиталоемким и дешёвым способом организации транспортных сообщений при относительно небольших и нестабильных грузо- и пассажиропотоках, отсутствии постоянной территориальной привязанности мест приложения труда (изменение мест лесозаготовок, завершение торфоразработок в конкретном пункте и т. д.). В течение нескольких десятилетий было построено около 3 тыс. км УЖД, однако на сегодня почти половина из них разобраны. Такое положение обусловлено тем, что УЖД развивались как ведомственный транспорт со всеми присущими ему недостатками. Каждая из них находилась на балансе соответствующего ведомства и финансировалась из его средств. Естественно, при таком подходе интересы местных жителей, как правило, не учитывались. Расписание движения ориентировалось лишь на производственные нужды. В то время как для населения, проживающего вблизи УЖД, они являлись единственным видом общественного транспорта. Произошедшие в последние годы кардинальные изменения в экономике привели к тому, что в силу разного рода причин многие УЖД оказались

не нужными хозяйствующим субъектам. Экономическая конъюнктура сложилась так, что в ряде леспромпхозов оказались нерентабельными лесозаготовки, некоторые торфопредприятия прекратили деятельность, отдельные леспромпхозы перешли на автомобильную вывозку леса и т. д. В результате промышленным предприятиям стало не выгодно содержать и эксплуатировать УЖД, нести излишние расходы, которые увеличивают себестоимость продукции и снижают рентабельность основного производства. Всё это приводит к разборке отдельных УЖД, часть рельсовых путей отдается за долги, продаются тепловозы и другая техника. Подобное поведение многих хозяйствующих субъектов ещё можно как-то оправдать с позиций сегодняшнего дня, когда правила диктуются сиюминутными корпоративными интересами. Однако от их действий страдает, в конечном итоге, население области. Многие жители, прежде всего отдаленных северных районов, не могут ни в настоящее время, ни в перспективе воспользоваться услугами автомобильного транспорта. И дело здесь не столько в низком благосостоянии, которому во многом способствует сокращение, а иногда и закрытие отдельных производств, сколько в отсутствии необходимой автодорожной инфраструктуры.

Положительным примером решения проблем УЖД в России в 1995–2005 гг. являлась Переславская УЖД, функционировавшая в Ярославской области. В начале 1990-х гг. она стала первой частной железной дорогой в РФ. В 2005 г. по этой УЖД осуществлялось торфовозное движение, а также регулярное пассажирское движение по маршруту

Купанское – Вёкса – Переславль (поезд состоит из тепловоза ТУ4-1984 и одного вагона). От Переславля-Залесского до Талиц ходят и экскурсионные поезда.

Существенное значение в развитии железнодорожного транспорта в Сибири и на Дальнем Востоке играет транспортное сообщение с сопредельными государствами, в том числе с республиками бывшего Советского Союза. Помимо строительства автодорожных мостов через Амур между Китаем и Россией в разные годы поднимался вопрос о прокладке новых трансграничных железнодорожных линий.

Одним из недостатков развития железнодорожного транспорта России, по мнению ряда зарубежных специалистов, является слабая ориентированность отрасли на использование транзитного потенциала [15; 16].

Приоритетное развитие транспортной системы страны в целом и отдельных её регионов признается сегодня важнейшим условием реализации инновационной модели экономического развития Российской Федерации и улучшения качества жизни населения. Разработанный в этой связи комплекс нормативно-правовых документов в области транспортного законодательства был направлен на решение накопившихся проблем развития железнодорожной отрасли: износа (более 60%) основных производственных фондов, выражающийся в низком техническом уровне подвижного состава, транспортной техники и путей сообщения; роста доли транспортной составляющей в цене отечественной продукции на мировых рынках; несоответствия российской транспортной техники

мировым стандартам по качеству, экономичности и безопасности; отставания темпов железнодорожного строительства от темпов автомобилизации страны и др. [3]. Необходимо отметить также отсутствие устойчивых транспортных связей в труднодоступных регионах страны, слабое развитие логистической структуры, негативное воздействие железнодорожного транспорта на окружающую среду. В итоге, очевидно, в настоящее время транспортную ситуацию в стране в целом и в ряде регионов можно охарактеризовать как недостаточную, в том числе и пропускную способность железнодорожных линий.

Структурные изменения экономики и продолжающаяся специализация районов страны требуют изменения и «настройки» пропускной способности железных дорог. Новая политическая обстановка также предполагает изменения в технической политике развития железнодорожного транспорта, модернизации материально-технической базы, строительства новых линий, повышения эффективности и безопасности перевозок, более эффективной реализации транзитного потенциала России, формирование современной сети высокоскоростных перевозок. Усиление интеграции экономики России в международный рынок, а также стремление партнеров РФ к реализации крупных международных проектов диктует необходимость использования ключевого преимущества географического положения России – возможность использования транспортной системы в качестве надежного транспортного коридора, соединяющего Европу и страны Азии, как это предполагается проектом «Один пояс

– один путь», продвигаемым Китаем. При этом становится возможным осуществление состыковки северного направления «Экономического пояса «шелкового пути» (ЭППП) с российским проектом «Трансевразийский пояс RAZVITIE» (ТЕПР). Это предполагает также реализацию программы по модернизации участков с ограниченной пропускной способностью на грузонапряженных участках Транссибирской и Байкало-Амурской магистралей<sup>1</sup>[8]. Связано это, прежде всего, с необходимостью в будущем более полного освоения природно-ресурсных потенциалов Сибири и Дальнего Востока, признанной зоны приоритетного развития России, с учётом имеющегося отечественного опыта разработки железнодорожных проектов в аналогичных условиях [9].

На современном этапе развитие железнодорожного транспорта невозможно без внедрения новейших научно-технических достижений. Важнейшими действующими на конец 2020 г. стратегическими документами в области развития транспортной инфраструктуры в России предусмотрено строительство ряда новых железнодорожных линий общего пользования (рис. 3), подразделенных на несколько категорий в зависимости от специфики решаемых задач:

**1. Социально значимые линии, предназначенные для улучшения транспортного обслуживания на-**

**селения и регионов.** Стратегией было предусмотрено сооружение до 2030 г. 5 линий в Южном федеральном округе (Будённовск – Нефтекумск – Кизляр (Ставропольский край и Республика Дагестан); Кисловодск – Черкесск – Адлер (проект временно приостановлен); Котляревская – Галашки; Лихая – Донецк (Ростовская область); Ставрополь – Невинномысск), 1 линия в Приволжском Федеральном округе (Казань – Альметьевск – Азнакаево – Бугульма), 2 линии – в Уральском федеральном округе (Ханты-Мансийск – Приобье (продолжение линии Ханты-Мансийск – Салым); Ульт-Ягун – Приобье) и 2 линии в Сибирском федеральном округе (Усть-Кут – Жигало – Иркутск; Иркутск – Аэропорт). Строительство железнодорожных линий, по замыслу стратегии, должно способствовать обеспечению устойчивых транспортных связей и социально-экономическому развитию регионов и в частности населённых пунктов, соединению курортных зон Черноморского побережья и Северного Кавказа.

**2. Грузообразующие, предназначенные для транспортного обеспечения развития новых месторождений полезных ископаемых и промышленных зон.** Стратегией предусмотрено сооружение линий в федеральных округах: 9 – в Центральном, 4 – в Северо-Западном, 1 – в Южном, 1 – в Приволжском, 3 – в Сибирском, 7 – в Дальневосточном. Создаваемые линии призваны обеспечить подъездные пути к промышленным зонам, индустриальным паркам, месторождениям и обеспечить доступ новых производств к железнодорожной инфраструктуре.

<sup>1</sup> Распоряжение Правительства РФ от 13.02.2019 № 207-р (ред. от 31.08.2019) «Об утверждении Стратегии пространственного развития Российской Федерации на период до 2025 года». URL: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_318094/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_318094/) (дата обращения: 16.06.2020).

### Перспективная топология развития сети железных дорог в Российской Федерации до 2030 года

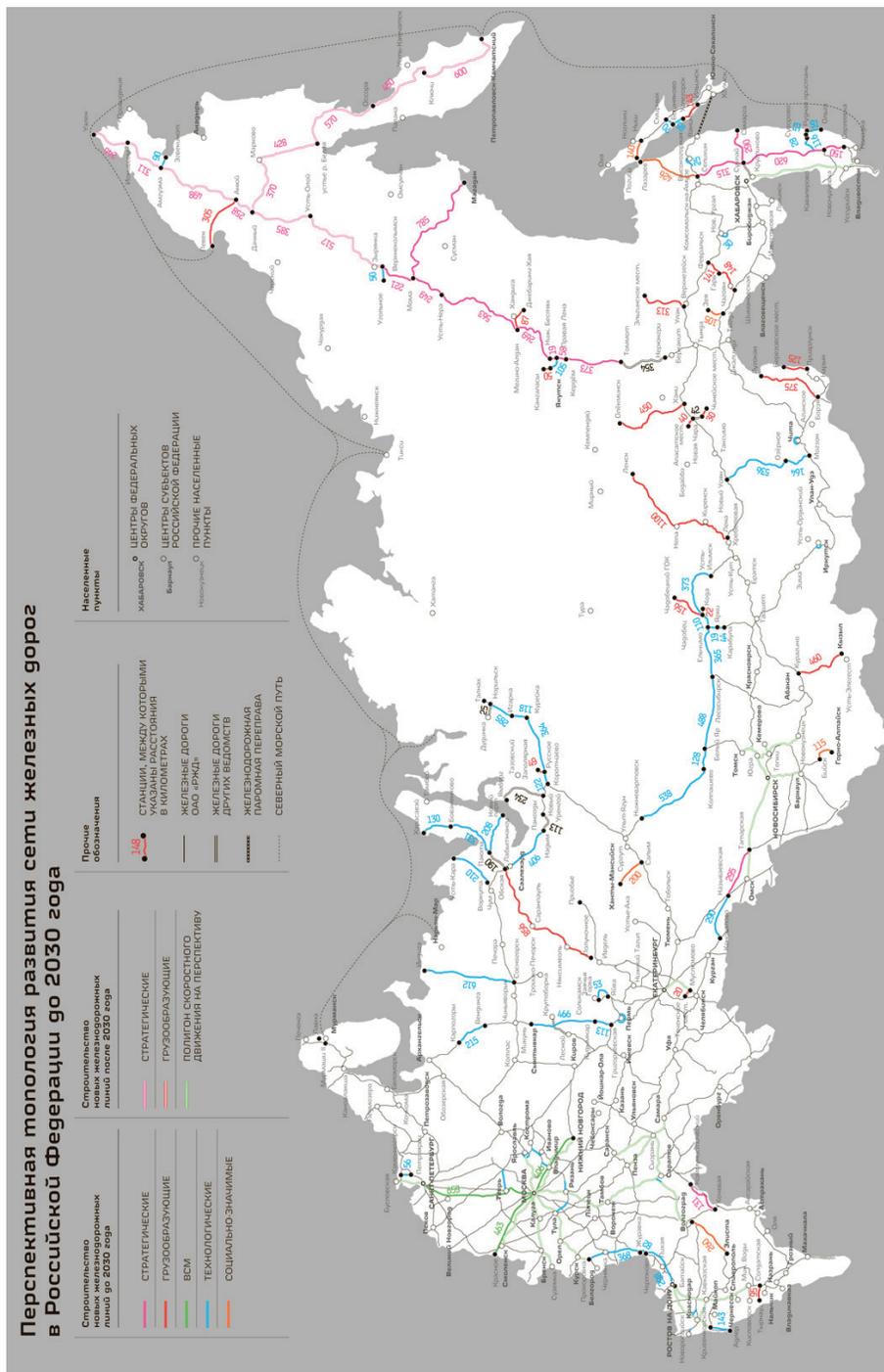


Рис.3 / Fig. 3. Перспективная топология развития сети железных дорог в РФ до 2030 г. / Perspective topology of the railway network development in the Russian Federation until 2030

Источники<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Распоряжение Правительства РФ от 19.03.2013 № 384-р (ред. от 29.05.2020) «Об утверждении схемы территориального планирования Российской Федерации в области федерального транспорта (железнодорожного, воздушного, морского, внутреннего водного транспорта) и автомобильных дорог федерального значения». URL: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_143986/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_143986/) (дата обращения: 16.06.2020).

### 3. Технологические, предназначенные для оптимизации железнодорожной сети в целях развития хозяйственных и межрегиональных связей.

Предполагается строительство 3 обходов городов: Беслан, Томск, Санкт-Петербург, которые обеспечат перенос движения поездов с опасными грузами за пределы городов.

### 4. Скоростные линии, предназначенные для перевозки пассажиров со скоростью до 350 км/ч.

Сооружение таких линий планируется осуществить на двух участках в Ставропольском крае (Ставрополь – Минеральные Воды – Кисловодск; Кисловодск – Минеральные Воды – аэропорт Минеральные Воды); а также на участках: Барнаул – Бийск, Челябинск – Магнитогорск. Также планируется организация скоростного движения в Челябинском железнодорожном узле<sup>1,2</sup>. Согласно Схеме территориального планирования Российской Федерации на 18 участках железных дорог предусмотрена организация скоростного пассажирского движения различной протяженности<sup>3</sup>.

<sup>1</sup> Программа организации скоростного и высокоскоростного железнодорожного сообщения в Российской Федерации. URL: [hsrail.ru/info/techdocs/programmaVSM/](http://hsrail.ru/info/techdocs/programmaVSM/) (дата обращения: 17.06.2020).

<sup>2</sup> Распоряжение Правительства РФ от 19.03.2013 № 384-р (ред. от 29.05.2020) «Об утверждении схемы территориального планирования Российской Федерации в области федерального транспорта (железнодорожного, воздушного, морского, внутреннего водного транспорта) и автомобильных дорог федерального значения». URL: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_143986/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_143986/) (дата обращения: 16.06.2020).

<sup>3</sup> Распоряжение Правительства РФ от 19.03.2013 № 384-р (ред. от 29.05.2020) «Об утверждении схемы территориального пла-

нирования Российской Федерации в области федерального транспорта (железнодорожного, воздушного, морского, внутреннего водного транспорта) и автомобильных дорог федерального значения». URL: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_143986/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_143986/) (дата обращения: 16.06.2020).

Согласно схеме территориального планирования Российской Федерации, в области федерального транспорта намечено включение в единую транспортную сеть России Камчатского края, Чукотского автономного округа и Магаданской области, с выходом к Петропавловску-Камчатскому и Уэлену. Однако реализация плана строительства этих линий определяется пониманием их стратегической необходимости и потенциальной выгоды. Создание такого логистического коридора, выходящего к Беринговому проливу и потенциально способному открыть железнодорожное транспортное сообщение с Североамериканским континентом, кардинально изменили бы социально-экономическую карту мира (рис. 3).

«Комплексный план модернизации и расширения магистральной инфраструктуры на период до 2024 г.» и «Стратегия пространственного развития Российской Федерации на период до 2025 г.» предусматривают организацию железнодорожного движения с увеличением скорости перевозки контейнеров с Дальнего Востока до западной границы РФ (до 7 дней), объема транзита контейнеров железнодорожным транспортом в 4 раза и пропускной способности Байкало-Амурской и Транссибирской железнодорожных магистралей в 1,5 раза (180 млн т), а также к морским портам Азово-Черноморского бассейна. В рамках

нирования Российской Федерации в области федерального транспорта (железнодорожного, воздушного, морского, внутреннего водного транспорта) и автомобильных дорог федерального значения». URL: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_143986/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_143986/) (дата обращения: 16.06.2020).

комплексной реконструкции участка им. М. Горького – Котельниково – Тихорецкая – Крымская с обходом Краснодарского узла, осуществляемой для развития инфраструктуры на подходах к портам Азово-Черноморского бассейна, ОАО «РЖД» ввело в эксплуатацию второй путь на перегоне Абганерово – Тингута в Волгоградской области. Строительство второго пути привело к увеличению пропускной способности участка до 64 поездов ежедневно. Тогда как участковая скорость движения пассажирских поездов возросла до 100 км/ч, а грузовых – до 80 км/ч. Вводу в эксплуатацию вторых путей на рассматриваемом участке предшествовала реконструкция станций Тингута и Абганерово, включавшая комплекс мероприятий по электрификации и удлинению станционных путей<sup>1</sup>.

В 2017 г. завершилось строительство отрезка новой двухпутной электрифицированной железнодорожной линии, примыкающей на Юго-Восточной железной дороге к станции Журавка (Воронежская область), на Северо-Кавказской железной дороге – к станции Боченково, устраиваемой на перегоне Мальчевская – Миллерово (Ростовской области), с общей протяженностью нового железнодорожного участка равного 122,5 км. Решение о строительстве железнодорожного объезда Украины для поездов, следующих из центральных районов страны в южные регионы, было принято для обе-

спечения экономической безопасности России ещё в 2015 г.<sup>2</sup> Необходимо отметить, что строительство указанного участка железной дороги привело к частичной транспортной изоляции двух посёлков (Чертково и Кантемировка), расположенных на старом участке железной дороги, проходящем по территории Украины.

Распоряжением Правительства РФ от 08. 08/2018 г. №1663-р заключено концессионное соглашение на финансирование, строительство и эксплуатацию инфраструктуры железнодорожного транспорта общего пользования «Обская – Салехард – Надым». Проект направлен на сокращение протяженности транспортных маршрутов от месторождений в северных районах Западной Сибири до портов Балтийского, Белого, Баренцева и Карского морей, а также развитие Арктической зоны РФ<sup>3</sup>.

Он предусматривает модернизацию и новое строительство в северном широтном направлении общей протяженностью 498 км, а с учётом подходов – 2 353 км. Северный широтный ход (СШХ) соединит Северную и Свердловскую железные дороги в качестве новой Арктической транспортной системы. Реализация данного проекта необходима для комплексного

<sup>1</sup> Комплексная реконструкция участка им. Максима Горького – Котельниково – Тихорецкая – Крымская с обходом Краснодарского железнодорожного узла. URL: <https://www.rzdp.ru/projects/35> (дата обращения: 01.12.2020).

<sup>2</sup> Строительство новой железнодорожной линии на направлении Журавка – Миллерово (обход Украины). URL: <https://www.rzdp.ru/projects/264> (дата обращения: 01.12.2020).

<sup>3</sup> Распоряжения Правительства РФ от 8.08.2018 г. № 1663-р. «О заключении концессионного соглашения на финансирование, строительство и эксплуатацию инфраструктуры железнодорожного транспорта общего пользования «Обская – Салехард – Надым»». URL: <http://government.ru/docs/all/117953/> (дата обращения: 02.12.2020).

развития слабо освоенной территории Ямало-Ненецкого автономного округа. Проект, в частности, предусматривает строительство железнодорожной части мостовых переходов через реки Обь и Надым и нового железнодорожного участка Салехард – Надым (рис. 3)<sup>1,2</sup>. Тем не менее на 2020 г. самым крупным и значимым с социально-экономической точки зрения нереализованным проектом на территории округа можно считать отсутствие мостового сооружения для автодорожной и железнодорожной связи двух городов по берегам Оби: города Лабытнанги, связанного железными дорогами с сетью Европейской части России, и столицы округа, города Салехарда.

Необходимо особо выделить «чеченский фактор» в развитии транспортной системы юга России в период 1990–2020 гг. Чеченская война и возникшая в результате нее железнодорожная блокада части территории Дагестана, а также транзита грузов из России в Азербайджан, способствовали ускоренному строительству и вводу в эксплуатацию в 1997 г. нового участка железной дороги Кизляр – Кизилюрт на территории Дагестана. С тех пор развитие транспортной системы самой Чеченской Республики не отстаёт от общероссийских тенденций. В 2017 г. закончилось строительство транс-

портно-пересадочного узла в чеченском г. Гудермесе, который (помимо Грозного) играет роль центра притяжения для территории с высокой плотностью населения<sup>3</sup>. С другой стороны, часть участков железных дорог общего пользования на территории Чеченской Республики по окончании активной фазы военных действий 1994–2000 гг. была полностью выведена из эксплуатации (или законсервирована).

За счёт приоритетного развития скоростных транспортных коммуникаций, в том числе строительства участков высокоскоростных магистралей Москва – Казань и Екатеринбург – Челябинск, автодорожного маршрута «Европа – Западный Китай», железнодорожного и автодорожного маршрутов коридора «Север – Юг», через территорию Российской Федерации обеспечивается связь, в том числе транспортная, с Ираном и Индией, а также с рядом других стран Прикаспийского региона, Западной и Южной Азии, с государствами Европы<sup>4,5,6</sup>.

<sup>1</sup> Распоряжение Правительства РФ от 22.11.2008 № 1734-р (ред. от 12.05.2018) «О Транспортной стратегии Российской Федерации». URL: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_82617/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_82617/) (дата обращения: 03.12.2020).

<sup>2</sup> «Уралжелдорпроект» будет проектировать подходы к «Северному широтному ходу». URL: <https://www.rzdp.ru/press-center/242> (дата обращения: 01.12.2020).

<sup>3</sup> Строительство транспортно-пересадочного узла в городе Гудермес. URL: [rzdp.ru/projects/31](http://rzdp.ru/projects/31) (дата обращения: 01.12.2020).

<sup>4</sup> Программа организации скоростного и высокоскоростного железнодорожного сообщения в Российской Федерации. URL: [hsrail.ru/info/techdocs/programmaVSM/](http://hsrail.ru/info/techdocs/programmaVSM/) (дата обращения: 17.06.2020).

<sup>5</sup> Распоряжение Правительства РФ от 13.02.2019 № 207-р (ред. от 31.08.2019) «Об утверждении Стратегии пространственного развития Российской Федерации на период до 2025 г.». URL: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_318094](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_318094) (дата обращения: 16.06.2020).

<sup>6</sup> Создание интегрированной сети скоростного и высокоскоростного сообщения в Российской Федерации. URL: [docviewer.yandex.ru/view/46465186/](http://docviewer.yandex.ru/view/46465186/) (дата обращения: 16.06.2020).

Предшествующие программы развития железнодорожного транспорта позволили организовать скоростное движение пассажирских поездов на участке «Москва – Санкт-Петербург» («Сапсан»), на линии «Санкт-Петербург – Хельсинки» («Аллегро»), а также запуск поездов «Стриж» между городами Москва и Нижний Новгород и поездов «Ласточка» во многих плотно населенных регионах страны со значительными пассажиропотоками. На начало 2020 г. подобные перевозки были организованы на 23 железнодорожных участках [2].

Так называемый «Максимальный вариант» Стратегии ориентирован на реализацию инновационного сценария развития страны, который предусматривает строительство новой железнодорожной линии до г. Магадана. Предполагается, что это создаст лучшие условия для освоения Северо-Восточного региона страны и приведет к кардинальным изменениям в мировых торговых связях Евро-Азиатского, Азиатско-Тихоокеанского и Северо-Американского регионов, качественно усилив транзитную транспортную роль России.

В 2020 г. осталось почти незамеченным важное событие в сфере железнодорожного транспорта российского Дальнего Востока: закончился длившийся несколько десятилетий процесс перевода железнодорожной колеи острова Сахалин на общероссийский стандарт 1500 мм. Хотя транспортная система Сахалинской области до сих пор остаётся изолированной, стандарты её технической организации и управления отныне соответствуют общероссийским.

Развитие железнодорожного транспорта на перспективу в соответствии с российской государственной региональной политикой будет иметь принципиально иное значение для слабоосвоенных регионов Севера, Сибири и Дальнего Востока [5; 11; 13; 14].

Важное значение для улучшения качества обслуживания пассажиров крупнейших городских агломераций имеет запуск дневных скорых и ускоренных поездов в 2010–2020 гг. Так, Москва получила надёжные транспортные связи не только с региональными центрами первого порядка (Тула, Калуга, Тверь, Рязань, Владимир), но и с региональными центрами второго и третьего порядков, а также с удалёнными центрами первого порядка (Ярославль, Смоленск, Тамбов, Курск, Саранск, Кострома и др.). Аналогичные транспортные связи были созданы вокруг Санкт-Петербурга, Новосибирска, Екатеринбурга и некоторых других центров крупнейших городских агломераций. С другой стороны, многие регионы европейской части России в 1990–2020 гг. полностью или частично лишились пригородного железнодорожного сообщения, которое было частично компенсировано развитием автобусных перевозок. В первую очередь, это относится к регионам Нечерноземья (за исключением пристоличных Московской и Ленинградской областей).

Необходимо отменить рост числа проектов государственно-частного партнерства между ОАО «РДЖ» и частными компаниями-перевозчиками (а также при участии региональных и муниципальных властей). К подобным проектам можно отнести запуск пассажирских поездов

компании «Аэроэкспресс» в разных регионах России. Первым подобный поезд встретил Московский столичный регион ещё в 2002 г. Позже подобные проекты существовали в Сочи, Казани, Владивостоке и Самаре. В силу экономических причин подобные проекты (за исключением Московского столичного региона) оказались нерентабельными. До сих пор не решен вопрос с приходом компании «Аэроэкспресс» в аэропорт «Пулково» Санкт-Петербурга.

В ряде регионов России реализуются проекты *интермодального сообщения* (с участием как пригородного железнодорожного, так и автобусного транспорта): расписание автобусов согласуется с расписанием пригородных электропоездов; также разрабатываются единые тарифные планы для двух видов транспорта. Это способствует большему удовлетворению населения услугами пассажирских перевозок.

На локальном (муниципальном) уровне также существует *проблема оптимизации транспортной политики на железнодорожном транспорте общего и необщего пользования*. К сожалению, подобные проекты не носят системного характера и часто не согласовываются с политикой Министерства транспорта России и ОАО «РЖД» в области развития железнодорожного транспорта. Так, во многих региональных схемах территориального планирования и генеральных планах городских округов предусматривается вынос участков железных дорог общего пользования за черту крупного города. Это отражено, в частности, в генеральных планах Махачкалы, Хабаровска, Екатеринбургской агломерации и других стратегических документах

территориального планирования. Реализуются проекты «городской электрички» в крупнейших городах России. Частичная замена метрополитена интенсивным пригородным сообщением реализуется в Московском столичном регионе (проект Московских центральных диаметров).

Градостроительной проблемой всего Черноморского побережья Северного Кавказа можно считать необходимость переноса участка железной дороги «Сочи – Туапсе» от побережья в глубь территории. В настоящее время железная дорога разъединяет курортные территории, ухудшает транспортную доступность к местам массового скопления туристов и отдыхающих.

### Заключение

Важной проблемой в развитии железнодорожного транспорта являются территориальные диспропорции. В северной и восточной частях страны железнодорожная сеть недостаточно развита. На сегодняшний день железные дороги общего пользования отсутствуют в шести субъектах Российской Федерации. Кроме того, в настоящее время протяженность т.н. «узких мест» по пропускной способности составляет в стране более 8 тыс. км, что составляет порядка 30% всей протяженности линий железных дорог общего пользования, обеспечивающих более 80% всей грузовой работы.

Железнодорожный транспорт имеет ряд проблем, которые трудно решить за короткий срок без серьезных капиталовложений и привлечения значительных инвестиционных ресурсов, а без их решения развитие отрасли невозможно. Одной из важнейших остается задача снижения износа имеющихся

основных фондов. Наряду с этим предстоит ускорить темпы создания новой железнодорожной инфраструктуры высокоскоростного сообщения в обжитых районах и одновременно обеспечить транспортную доступность малообжитых территорий страны, что сдерживает освоение новых месторождений полезных ископаемых.

Государством и компанией ОАО «РЖД» намечено достаточно большое количество мероприятий по реконструкции, модернизации и строительству новых железнодорожных линий, требующих больших финансовых, трудовых, материальных ресурсов, которые необходимо реализовать в будущем.

Осуществление перечисленных в статье нормативно-правовых документов, нацеленных на развитие железнодорожного транспорта, способно гарантировать достижение установленной цели и решение важных государственных вопросов, связанных с его функционированием, а именно повышения рациональности использования ресурсного потенциала и охраны окружающей среды.

Однако, несмотря на успехи структурной реформы железнодорожного транспорта в Российской Федерации, реализованные мероприятия оказались недостаточными для создания эффективных источников его развития.

Из числа нереализованных проектов, которых пока нет в стратегических программных документах в области железнодорожного транспорта на ближайшую перспективу (до 2030 г.) являются проекты «Белкомур» и «Баренцкомур».

«Белкомур» (Архангельск – Сыктывкар – Пермь (Соликамск) – это комплексный проект промышленного

и инфраструктурного развития Севера Европейской части РФ и Урала, который позволит сократить путь от Урала до портов Архангельской области почти на 800 км (при этом отдельные участки предполагаемой магистрали уже построены). В 2015–2017 гг. он был исключен из стратегических документов в области развития железнодорожного транспорта России, так же, как и проект, связывающий напрямую регион Кавказских Минеральных Вод и Черноморское побережье Кавказа (линия «Кисловодск – Черкесск – Сочи»).

«Баренцкомур» (Сургут (Ханты-Мансийский автономный округ) – Полуночное (Свердловская область) – Троицко-Печорск – Сосногорск – Индига) – проект, согласно которому предполагаемая железнодорожная линия в будущем пройдет через важнейшие нефтегазоносные месторождения и тем самым откроет возможности для их разработки и экспорта продукции промышленных предприятий из азиатской части РФ. Осуществление данного проекта позволит ускорить развитие Северного широтного хода и сформирует транспортно-логистический узел для увеличения грузопотоков Северного морского пути (СМП).

Оба эти «Северные железнодорожные проекты» вошли в перечень мероприятий по развитию железнодорожной инфраструктуры для обеспечения грузовой базы Северного морского пути на более отдаленную перспективу, до 2035 г.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Распоряжение Правительства РФ от 21.12.2019 № 3120-р «Об утверждении Плана развития инфраструктуры Северного морского пути на период до 2035 г.». URL: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_341878/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_341878/) (дата обращения: 02.12.2020).

В целом можно выделить три основных фактора, влияющие на развитие железнодорожного транспорта России в территориальном измерении: экономический (развитие грузоперевозок, ликвидация «узких мест» сети, эффективное использование полигона железных дорог), социальный (транспортное обслуживание населения в пригородных и дальних перевозках) и политический (обход границы с

Украиной, усиление и развитие приграничных и трансграничных связей).

По мере продвижения производительных сил на восток и расширения в азиатской части России сети железных дорог общего пользования, меняется и общий рисунок главной хозяйственной полосы расселения, происходит закономерное перераспределение районов тяготения транспортных узлов и магистралей.

*Статья поступила в редакцию 06.11.2020*

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Богданова Д. М. Перспективы развития железнодорожного транспорта в России // Молодой ученый. 2018. № 36 (222). С. 65–69.
2. Бушув Н. С., Шульман Д. О. О перспективах развития высокоскоростных железнодорожных магистралей в России // Бюллетень результатов научных исследований. 2017. №3. С. 7–14.
3. Голикова Ю. А. Проблемы и перспективы развития железнодорожного транспорта в России // Вестник Сибирского института бизнеса и информационных технологий. 2015. № 3 (15). С. 32–36.
4. Голиусов Ю. Ф. Приоритеты российской транспортной политики // Власть. 2009. № 6. С. 58–60.
5. Гончаров Р. В., Пилясов А. Н., Замятина Н. Ю. Без мобильности нет креативности: антропология транспорта Сибири и Дальнего Востока // Пространственная экономика. 2019. Т. 15. № 4. С. 149–183.
6. Долгосрочная стратегия развития транспорта и дорожного хозяйства Кировской области с позиций устойчивого развития региона / В. Н. Бутроменко, С. А. Ваксман, Ю. К. Поносов, С. К. Савушкин, Н. Г. Кочнев, П. М. Крылов, А. А. Нежмаков, А. В. Шубин. М.: Май принт, 2006. 205 с.
7. Крылов П. М. Транспортная уязвимость населения России в начале XXI в. // Известия Российской академии наук. Серия географическая. 2012. № 1. С. 26–35.
8. Матвеев И. Е. Энергетическая политика ЕАЭС в ракурсе Экономического пояса шелкового пути // Российский внешнеэкономический вестник. 2017. № 3. С. 11–33.
9. Михеев В. В., Швыдко В. Г., Луконин С. А. Китай – Россия: Когда эмоции уместны? // Мировая экономика и международные отношения. 2015. № 2. С. 5–13.
10. Рахимянова И. А. Концепция скоростного движения: мировой опыт и российская практика. М.: Российский университет транспорта (МИИТ), 2017. 92 с.
11. Северова М. О., Никитина Е. Ю., Сакова А. С. Влияние транспортной инфраструктуры на развитие регионов // Вестник Сибирского государственного университета путей сообщения. 2016. № 2. С. 52–57.
12. Транспортная политика государства: теория, история, практика / А. А. Горбунов, А. А. Горбунов, П. С. Селезнев, А. С. Семченков. М.: Проспект, 2020. 424 с.
13. Федякин А. В. Развитие основных видов транспорта в системе приоритетов современной российской политики // Поиск: Политика. Обществоведение, Искусство. Социология. Культура. 2019. №4(75). С. 20–30.

14. Черемин Г. Д. Проблемы государственной политики реформирования российского железнодорожного транспорта // *Власть*, 2014. №5. С. 59–64.
15. Murray B. Russian Railway Reform Programme. London, European Bank for Reconstruction and Development. 2014, 45p.
16. Pursiainen C. Russia between integration and protectionism: International road transport, ports, and the forestry sector. Nordregio Working Paper 2007:2. Stockholm, 2007, 79 p.

#### REFERENCES

1. Bogdanova D. M. [Prospects for the development of railway transport in Russia]. In: *Molodoi uchenyi* [Young scientist], 2018, no. 36 (222), pp. 65–69.
2. Bushuev N. S., Shul'man D. O. [Prospects for the development of high-speed rail lines in Russia]. In: *Byulleten' rezul'tatov nauchnykh issledovaniy* [Bulletin of scientific research results], 2017, no. 3, pp. 7–14.
3. Golikova Yu. A. [Problems and prospects for the railway transport development in Russia]. In: *Vestnik Sibirskogo instituta biznesa i informatsionnykh tekhnologii* [Bulletin of the Siberian Institute of Business and Information Technologies], 2015, no. 3 (15), pp. 32–36.
4. Goliusov Yu. F. [Priorities of the Russian transport policy]. In: *Vlast'* [Power], 2009, no. 6, pp. 58–60.
5. Goncharov R. V., Pilyasov A. N., Zamyatina N. Yu. [Without mobility, there is no creativity: the Anthropology of Transport in Siberia and the Far East]. In: *Prostranstvennaya ekonomika* [Spatial economics], 2019, vol. 15, no. 4, pp. 149–183.
6. Bugromenko V. N., Vaksman S. A., Ponosov Yu. K., Savushkin S. K., Kochnev N. G., Krylov P.M., Nezhmakov A.A., Shubin A.V. *Dolgosrochnaya strategiya razvitiya transporta i dorozhnogo khozyaistva Kirovskoi oblasti s pozitsii ustoychivogo razvitiya regiona* [Long-term strategy for the development of transport and road infrastructure of the Kirov region from the perspective of sustainable development of the region]. Moscow, Mai print Publ., 2006. 205 p.
7. Krylov P. M. [Transport vulnerability of the Russian population at the beginning of the XXI century]. In: *Izvestiya Rossiiskoi akademii nauk. Seriya geograficheskaya* [Proceedings of the Russian Academy of Sciences. Geographical series], 2012, no. 1, pp. 26–35.
8. Matveev I. E. [Energy policy of the EAEU from the perspective of the Silk Road Economic Belt]. In: *Rossiiskii vneshneekonomicheskii vestnik* [Russian Foreign Economic Bulletin], 2017, no. 3, pp. 11–33.
9. Mikheev V. V., Shvydko V. G., Lukonin S. A. [China – Russia: When are emotions appropriate?]. In: *Mirovaya ekonomika i mezhdunarodnye otnosheniya* [World economy and international relations], 2015, no. 2, pp. 5–13.
10. Rakhimyanova I. A. *Kontsepsiya skorostnogo dvizheniya: mirovoi opyt i rossiiskaya praktika* [The concept of high-speed traffic: world experience and Russian practice]. Moscow, Rossiiskii universitet transporta (MIIT) Publ., 2017. 92 p.
11. Severova M. O., Nikitina E. Yu., Sakova A. S. [Impact of transport infrastructure on regional development]. In: *Vestnik Sibirskogo gosudarstvennogo universiteta putei soobshcheniya* [Bulletin of the Siberian State University of Railway Transport], 2016, no. 2, pp. 52–57.
12. Gorbunov A. A., Gorbunov A. A., Seleznev P. S., Semchenkov A. S. *Transportnaya politika gosudarstva: teoriya, istoriya, praktika* [Transport policy of the state: theory, history, and practice]. Moscow, Prospekt Publ., 2020. 424 p.
13. Fedyakin A. V. [Development of the main modes of transport in the system of priorities of modern Russian policy]. In: *Poisk: Politika. Obshchestvovedenie, Iskusstvo. Sotsiologiya. Kul'tura* [Search: Politics. Social studies, Art. Sociology. Culture], 2019, no. 4(75), pp. 20–30.
14. Cheremin G. D. [Problems of the State Policy of Reforming the Russian Railway Transport]. In: *Vlast'* [Power], 2014, no. 5, pp. 59–64.

15. Murray B. Russian Railway Reform Program. London, European Bank for Reconstruction and Development Publ., 2014. 45p.
16. Pursiainen C. Russia between integration and protectionism: International road transport, ports, and the forestry sector. Nordregio Working Paper 2007:2. Stockholm, 2007. 79 p.
- 

#### ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

*Требушкова Ирина Егоровна* – кандидат географических наук, доцент кафедры географии естественно-географического факультета Курского государственного университета; e-mail: irinatrebushkova@yandex.ru

*Полякова Наталья Олеговна* – кандидат географических наук, доцент кафедры географии естественно-географического факультета Курского государственного университета; e-mail: natashapolyak@yandex.ru

#### INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

*Irina E. Trebushkova* – Cand. Sci. (Geography), Associate Professor of the Department of Geography, Natural Geography Faculty, Kursk State University; e-mail: irinatrebushkova@yandex.ru

*Natalia O. Polyakova* – Cand. Sci. (Geography), Associate Professor of the Department of Geography, Natural Geography Faculty, Kursk State University; e-mail: natashapolyak@yandex.ru

---

#### ПРАВИЛЬНАЯ ССЫЛКА НА СТАТЬЮ

Требушкова И. Е., Полякова Н. О. Географический анализ государственной политики на железнодорожном транспорте России // Географическая среда и живые системы. 2021. № 1. С. 110–130.

DOI: 10.18384/2712-7621-2021-1-110-130

#### FOR CITATION

Trebushkova I. E., Polyakova N. O. Geographical analysis of state policy on Russian railway transport. In: Geographical Environment and Living Systems, 2021, no. 1, pp. 110–130.

DOI: 10.18384/2712-7621-2021-1-110-130



## ГЕОГРАФИЧЕСКАЯ СРЕДА И ЖИВЫЕ СИСТЕМЫ / GEOGRAPHICAL ENVIRONMENT AND LIVING SYSTEMS

Рецензируемые научные журналы издаются Московским государственным областным университетом с 1998 г. В настоящее время выпускается десять журналов: «Географическая среда и живые системы / Geographical Environment and Living Systems» и девять серий журнала "Вестник Московского государственного областного университета": «История и политические науки», «Экономика», «Юриспруденция», «Философские науки», «Русская филология», «Физика-математика», «Лингвистика», «Психологические науки», «Педагогика». Журналы включены в составленный Высшей аттестационной комиссией Перечень ведущих рецензируемых научных изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание учёной степени кандидата наук, на соискание учёной степени доктора наук по наукам, соответствующим названию серии. Журнал включен в базу данных Российского индекса научного цитирования (РИНЦ).

Печатная версия журнала зарегистрирована в Федеральной службе по надзору за соблюдением законодательства в сфере массовых коммуникаций и охране культурного наследия. Полнотекстовая версия журнала доступна в Интернете на платформе Научных электронных библиотек ([www.elibrary.ru](http://www.elibrary.ru), [cyberleninka.ru](http://cyberleninka.ru)), а также на сайте журнала ([www.vestnik-mgou.ru](http://www.vestnik-mgou.ru)).

---

### ГЕОГРАФИЧЕСКАЯ СРЕДА И ЖИВЫЕ СИСТЕМЫ / GEOGRAPHICAL ENVIRONMENT AND LIVING SYSTEMS

2021. № 1

Над номером работали:

Переводчик И. А. Улиткин  
Корректор Н. Л. Борисова  
Компьютерная вёрстка – А. В. Тетерин

Адрес редакции:  
105005, г. Москва, ул. Радио, д.10А, стр. 1, каб. 98  
тел. +7 (495) 780-09-42 (доб. 6101)  
e-mail: [info@vestnik-mgou.ru](mailto:info@vestnik-mgou.ru)  
сайт: [www.vestnik-mgou.ru](http://www.vestnik-mgou.ru)

Формат 70x108/16. Бумага офсетная. Печать офсетная. Гарнитура «Minion Pro».

Тираж 500 экз. Уч.-изд. л. 8,25, усл. п.л. 8,25.

Подписано в печать: 31.03.2021. Выход в свет: 22.04.2021. Заказ № 2021/03-11.

Отпечатано в ИИУ МГОУ  
105005, г. Москва, ул. Радио, 10А