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

ГЕОГРАФИЧЕСКАЯ СРЕДА И ЖИВЫЕ СИСТЕМЫ

GEOGRAPHICAL ENVIRONMENT and LIVING SYSTEMS

Изменение атмосферного и почвенного климата Западной Сибири в условиях глобального потепления

Пространственно-временная динамика стока органических веществ на замыкающих створах крупных рек Сибири

Городские населённые пункты российско-белорусского приграничья: основные тренды динамики численности населения в XXI в.

Социально-экологические акторы эволюции зелёных пространств Тюмени

2023 № 3

ГЕОГРАФИЧЕСКАЯ СРЕДА И ЖИВЫЕ СИСТЕМЫ

GEOGRAPHICAL ENVIRONMENT and LIVING SYSTEMS

Рецензируемый научный журнал

Журнал включён в «Перечень рецензируемых научных изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание учёной степени кандидата наук, на соискание учёной степени доктора наук» Высшей аттестационной комиссии при Министерстве науки и высшего образования Российской Федерации (см.: Список журналов на сайте ВАК при Минобрнауки РФ) по следующим научным специальностям: 1.6.12 – Физическая география и биогеография, география почв и геохимия ландшафтов (географические науки); 1.6.13 – Экономическая, социальная, политическая и рекреационная география (географические науки); 1.6.21 – Геоэкология (географические науки).

The peer-reviewed journal

The journal is included by the Supreme Certifying Commission of the Ministry of Science and Higher Education 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 PhD. Candidate or Doctorate Degree" (See: the online List of journals at the site of the Supreme Certifying Commission of the Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation). The journal features articles that comply with the content of such scientific specialities: 1.6.12 – Physical Geography and Biogeography, Geography of Soils and Geochemistry of Landscapes (Geographic Sciences); 1.6.13 – Economic, Social, Political and Recreation Geography (Geographic Sciences); 1.6.21 – Geoecology (Geographic Sciences).

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

2023 № 3

Учредитель журнала
«Географическая среда и живые системы / Geographical Environment and Living Systems»
Государственный университет просвещения

Выходит 4 раза в год

Редакционная коллегия

Главный редактор:
МЕДВЕДКОВ А. А. – канд. геогр. наук, Московский государственный университет имени М. В. Ломоносова

Зам. главного редактора:
ЕВДОКИМОВ М. Ю. – канд. геогр. наук, Государственный университет просвещения
Ответственный секретарь:
КРЫЛОВ П. М. – канд. геогр. наук, Государственный университет просвещения

Члены редакционной коллегии:
Алексеев А. И. – д-р геогр. наук, Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова;
Арешидзе Д. А. – канд. биол. наук, Научно-исследовательский институт морфологии человека имени академика А.П. Авцына;
Анвар М. М. – д-р наук, Гуджаратский университет (Пакистан);
Бакланов П. Я. – д-р геогр. наук, акад. РАН, Тихоокеанский институт географии ДВО РАН;
Васильев Н. В. – д-р хим. наук, Государственный университет просвещения;
Галацкий Л.-Д. – д-р наук, Университет Овидиус (Румыния);
Гордеев М. И. – д-р биол. наук, Государственный университет просвещения;
Демин Д. В. – канд. биол. наук, ФИЦ «Пущинский научный центр биологических исследований РАН»;
Емельянова Л. Г. – канд. геогр. наук, Московский государственный университет имени М. В. Ломоносова;
Заборцева Т. И. – д-р геогр. наук, Институт географии имени В. Б. Сочавы СО РАН;
Захаров К. В. – канд. биол. наук, Московская государственная академия ветеринарной медицины и биотехнологии имени им. К. И. Скрябина;
Катровский А. П. – д-р геогр. наук, Смоленский государственный университет;
Красовская Т. М. – д-р геогр. наук, Московский государственный университет имени М. В. Ломоносова;
Кузнецов А. В. – д-р экон. наук, чл.-корр. РАН, Институт научной информации по общественным наукам РАН;
Литвиненко Т. В. – канд. геогр. наук, Институт географии РАН;
Москаев А. В. – канд. биол. наук, Государственный университет просвещения;
Мурадов П. З. – д-р биол. наук, чл.-корр. НАН Азербайджана, Институт микробиологии Национальной академии наук Азербайджана (Азербайджан);
Петренко Д. Б. – канд. хим. наук, Геологический институт РАН;
Рязанова Н. Е. – канд. геогр. наук, Международный государственный институт международных отношений (Университет) МИД РФ;
Сава Д. – д-р наук, Университет Овидиус (Румыния);
Сизов О. С. – канд. геогр. наук, Институт проблем нефти и газа РАН;
Тимченко Л. Д. – д-р ветеринар. наук, Северо-Кавказский федеральный университет;
Тушар Л. – д-р наук, Орлеанский университет (Франция);
Фёдоров Р. Ю. – д-р ист. наук, Институт криосферы Земли Тюменского научного центра СО РАН;
Шумилов Ю. В. – д-р геол.-минерал. наук;
Якуцени С. П. – канд. геол.-минерал. наук, АО «Геолэкспертиза»

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

Рецензируемый журнал «Географическая среда и живые системы» печатает научные статьи и обзоры по актуальным проблемам географической экологии и геосистемного прогнозирования, биологического разнообразия ландшафтов и индикации окружающей среды, диагностики социально-экологических проблем, пространственного планирования и «зеленого» развития территорий, формирования и эволюции туристских дестинаций, территориальной и ресурсной охраны природы.

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

Журнал «Географическая среда и живые системы» зарегистрирован в Федеральной службе по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций. 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), с августа 2017 г. на платформе Научной электронной библиотеки «КиберЛенинка» (www.cyberleninka.ru), а также на сайтах журнала (www.geoecosreda.ru; 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. 2023. № 3. 200 с.

© Государственный университет просвещения, 2023.

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
сайты: www.geoecosreda.ru; www.vestnik-mgou.ru

Founder of journal
"Geographical Environment and Living Systems"
State University of Education

Issued 4 times a year

Editorial board

Editor-in-chief:
A. A. MEDVEDKOV – PhD (Geography), Lomonosov Moscow State University

Deputy editor-in-chief:
M. Yu. EVDOKIMOV – PhD (Geography), State University of Education
Executive secretary:
P. M. KRYLOV – PhD (Geography), State University of Education

Members of Editorial Board:
A. I. Alekseev – Dr. Sci. (Geography), Lomonosov Moscow State University;
D. A. Areshidze – PhD (Biology), Research Institute of Human Morphology;
M. M. Anwar – Dr. Sci., University of Gujrat (Pakistan);
P. Ya. Baklanov – Dr. Sci. (Geography), Member of RAS, Pacific Geographical Institute RAS;
N. V. Vasil'ev – Dr. Sci. (Chemistry), State University of Education;
L. D. Galatchi – Dr. Sci. (Biology), Ovidius University of Constanta (Romania);
M. I. Gordeyev – Dr. Sci. (Biology), State University of Education;
D. V. Demin – PhD (Biology), Federal Research Center 'Pushchino Scientific Center for Biological Research RAS;
L. G. Emalyanova– PhD (Geography), Lomonosov Moscow State University;
T. I. Zabortseva – Dr. Sci. (Geography), V. B. Sochava Institute of Geography, Siberian Branch RAS;
K. V. Zakharov – PhD (Biology), Moscow State Academy of Veterinary Medicine and Biotechnology – MVA by K. I. Skryabin;
A. P. Katrovskii – Dr. Sci. (Geography), Smolensk State University;
T. M. Krasovskaya – Dr. Sci. (Geography), Lomonosov Moscow State University;
A. V. Kuznetsov – Dr. Sci. (Economics), Corresponding Member of the RAS, Institute of Scientific Information for Social Sciences RAS;
T. V. Litvinenko – PhD (Geography), Institute of Geography RAS;
A. V. Moskaev – PhD (Biology), State University of Education;
P. Z. Muradov – Dr. Sci. (Biology), Corresponding Member of the ANAS, Institute of Microbiology ANAS (Azerbaijan);
D. B. Petrenko – PhD (Chemistry), Geological Institute RAS;
N. E. Ryazanova – PhD (Geography), MGIMO University;
D. Sava – Dr. Sci., Ovidius University of Constanta (Romania);
O. S. Sizov – PhD (Geography), Oil and Gas Research Institute RAS;
L. D. Timchenko – Dr. Sci. (Veterinary Sciences), North-Caucasus Federal University;
Touchard L. – Dr. Sci., Orleans University (France);
R. Y. Fedorov – Dr. Sci. (History), Earth Cryosphere Institute, Tyumen Scientific Center, Siberian Branch RAS;
Yu. V. Shumilov – Dr. Sci. (Geological and Mineralogical Sciences);
S. P. Yakutseni – PhD (Geological and Mineralogical Sciences), Geolekspertiza

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

The reviewed scientific journal «Geographical Environment and Living Systems» publishes scientific papers and reviews on topical issues including, but not limited to, geographical ecology and geosystem forecasting, spatial planning and 'green' development of territories, biological diversity and environmental indication, 'green' chemistry and environmental safety, and diagnosis of socially and environmentally conditioned human diseases.

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 the Federal Service for Supervision of Communications, Information Technology and Mass Communications (mass media registration certificate No. FS 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), and from August 2017 on the platform of the Scientific Electronic Library "CyberLeninka" (www.cyberleninka.ru), as well as at the sites of the journal (www.geoecosreda.ru; 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. 2023. no 3. 200 p.

© State University of Education, 2023.

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;
sites: www.geoecosreda.ru; www.vestnik-mgou.ru

СОДЕРЖАНИЕ

ПРИРОДНЫЕ ПРОЦЕССЫ И ДИНАМИКА ГЕОСИСТЕМ

Решоткин О. В., Алябина И. О., Худяков О. И. Изменение атмосферного и почвенного климата Западной Сибири в условиях глобального потепления 6
Решетняк О. С., Коваленко А. А. Пространственно-временная динамика стока органических веществ на замыкающих створах крупных рек Сибири 26
Рязанова Н. Е., Солодунова А. А., Арсланова А. И. Роль прибрежных водно-болотных угодий в смягчении последствий изменения климата: обзор исследовательских трендов 44

ПРИРОДНО-АНТРОПОГЕННЫЕ ПРОЦЕССЫ И ОХРАНА ПРИРОДЫ

Ашихмина Т. В. Моделирование влияния объектов размещения отходов на воздушную среду (на примере полигонов ТКО Воронежской области) 59
Желибо Т. В., Банщикова Е. А., Куклин А. П. «Зелёная инфраструктура» как ключевой элемент в концепции сохранения и развития экосистемы озера Кенон 80

ГЕОГРАФИЯ НАСЕЛЕНИЯ И СОЦИАЛЬНАЯ ЭКОЛОГИЯ

Катровский А. П. , Ридевский Г. В. Городские населённые пункты российско-белорусского приграничья: основные тренды динамики численности населения в XXI в. 96
Федоров Р. Ю. Социально-экологические акторы эволюции зелёных пространств Тюмени. 114

ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ГЕОГРАФИЯ И ВЫЗОВЫ ПРОСТРАНСТВЕННОГО РАЗВИТИЯ

Зайцева А. И. Индустриальный парк как современная форма организации производства 130
Тихий В. И., Щербатов И. Д. Региональная политика Европейского союза по развитию сельских территорий в начале 20-х гг.XXI в. 144
Артунов Н. Современное состояние социальной инфраструктуры и её территориальная планировка в Шекинском районе (Азербайджан) 163

ПРИГЛАШЕНИЕ К ДИСКУССИИ: ПРИРОДНО-РЕСУРСНЫЕ ВОПРОСЫ

Якуцени С. П. О зарубежных публикациях в отношении монетарных оценок объёмов минеральных ресурсов на освобождаемых территориях Северного Причерноморья. . . 175

БИОИНДИКАЦИЯ СОСТОЯНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

Дроганова Т. С., Севостьянов М. А., Мазуркевич А. А., Давыдова Е. Д. Оценка применимости искусственных почвогрунтов для выращивания растений. . . 186

CONTENTS

NATURAL PROCESSES AND DYNAMICS OF GEOSYSTEMS

O. Reshotkin, I. Alyabina, O. Khudyakov. Changes in the Atmospheric and Soil Climate of Western Siberia under Conditions of Global Warming 6
O. Reshetnyak, A. Kovalenko. Long-Term Trends of Organic Matter Runoff From Large Siberian Rivers Watersheds 26
N. Ryazanova, A. Solodunova, A. Arslanova. The Role of Coastal Wetlands in Climate Change Mitigation: a Review of Research Trends. 44

NATURAL AND ANTHROPOGENIC PROCESSES AND NATURE PROTECTION

T. Ashikhmina. Modeling of the Impact of Waste Disposal Facilities on the Air Environment (Using the Example of Landfills of the Voronezh Region) 59
Zhelibo T. V., Banshchikova E. A., Kuklin A. P. "Green Infrastructure" as a Key Element in the Concept of Conservation and Development of the Ecosystem of Lake Kenon. 80

POPULATION GEOGRAPHY AND SOCIAL ECOLOGY

A. Katrovsky, G. Ridevsky. Urban Settlements of the Russian-Belarusian Border Area: The Main Trends in Population Dynamics in the XXI Century. 96
R. Fedorov. Socio-Ecological Actors of the Evolution of Green Spaces of Tyumen 114

ECONOMIC GEOGRAPHY AND CHALLENGES OF SPATIAL DEVELOPMENT

A. Zaytseva. Industrial Park as a Modern Form of Production Organization. 130
V. Tikhii, I. Shcherbatov. European Union Regional Policy for Rural Areas Development in the Early 1920s 144
N. Artunov. The Current Situation of Social Infrastructure and its Territorial Planning in the Shaki District (Azerbaijan) 163

INVITATION TO DISCUSSION: NATURAL RESOURCE ISSUES

S. Yakutseny. On Foreign Publications Regarding Monetary Estimates of Mineral Resources in the Liberated Territories of the Northern Black Sea Region. 175

BIOINDICATION OF ENVIRONMENTAL CONDITIONS

T. Droganova, M. Sevostyanov, A. Mazurkevich, E. Davydova. Determination of the Possibility of Using Artificial Soils for Growing Plants. 186

ПРИРОДНЫЕ ПРОЦЕССЫ И ДИНАМИКА ГЕОСИСТЕМ

УДК 551.58:631.4
DOI: 10.18384/2712-7621-2023-3-6-25

ИЗМЕНЕНИЕ АТМОСФЕРНОГО И ПОЧВЕННОГО КЛИМАТА ЗАПАДНОЙ СИБИРИ В УСЛОВИЯХ ГЛОБАЛЬНОГО ПОТЕПЛЕНИЯ

Решоткин О. В.[1], Алябина И. О.[2], Худяков О. И.[3]

[1] Институт физико-химических и биологических проблем почвоведения Российской академии наук, 142290, Московская обл., г. Пущино, ул. Институтская, д. 2, Российская Федерация; e-mail: reshotkin@rambler.ru

[2] Московский государственный университет имени М. В. Ломоносова, 119991, г. Москва, Ленинские горы, д. 1, Российская Федерация; e-mail: alyabina@yandex.ru

[3] Институт физико-химических и биологических проблем почвоведения РАН, 142290, Московская обл., г. Пущино, ул. Институтская, д. 2, Российская Федерация; e-mail: oix@rambler.ru

Поступила в редакцию 14.02.2023
После доработки 21.08.2023
Принята к публикации 05.09.2023

Аннотация

Цель. Изучить динамику температур воздуха и почв различных почвенных зон Западной Сибири в связи с современным изменением климата.

Процедура и методы. На основе многолетних данных 259 метеорологических станций, расположенных на территории Западной Сибири, с использованием геоинформационных систем проведён анализ распределения температур воздуха и почвы и их изменения в пределах участков 9 почвенных зон (подзон) за период 1951–2020 гг.

Результаты. В современный период во всех почвенных зонах Западной Сибири наблюдается изменение климата в сторону потепления, которое имеет зональный характер. Наиболее существенный рост температуры воздуха в последнее десятилетие наблюдается на севере Западной Сибири, особенно в подзонах арктической тундры, субарктической тундры и северной тайги, и по мере движения на юг к степной зоне он становится менее заметным. Данное потепление ведёт к изменению температурного режима почв Западной Сибири и, как следствие, смещению почвенно-климатических зон в северном направлении. Созданы картографические модели среднегодовой температуры воздуха для каждого

© CC BY Решоткин О. В., Алябина И. О., Худяков О. И., 2023.

десятилетия периода 1951–2020 гг. и климатической нормы 1961–1990 гг., а также картографические модели изменения температуры воздуха (среднегодовой и по сезонам года). **Теоретическая и/или практическая значимость.** Выявленные изменения атмосферного и почвенного климата необходимо учитывать при оценке климатических рисков и разработке агротехнических мероприятий по выращиванию сельскохозяйственных культур, а также мероприятий по защите объектов инфраструктуры в криолитозоне.

Ключевые слова: геоинформационные системы, Западная Сибирь, изменение климата, почвенные зоны, температура воздуха, температура почвы

Благодарности. Работа выполнена по теме государственного задания № 122040500036–9 «Влияние климатических флуктуаций и антропогенной деятельности на эволюцию и современное состояние почв юга России» и теме № 1736–р Аграрного центра МГУ имени М. В. Ломоносова.

CHANGES IN THE ATMOSPHERIC AND SOIL CLIMATE OF WESTERN SIBERIA UNDER CONDITIONS OF GLOBAL WARMING

O. Reshotkin[1], I. Alyabina[2], O. Khudyakov[3]

[1] *Institute of Physicochemical and Biological Problems of Soil Science, Russian Academy of Sciences, ul. Institutskaya 2, Pushcino 142290, Moscow Region, Russian Federation; e-mail: reshotkin@rambler.ru*

[2] *Lomonosov Moscow State University Leninskie Gory 1, Moscow 119991, Russian Federation; alyabina@yandex.ru*

[3] *Institute of Physicochemical and Biological Problems of Soil Science, Russian Academy of Sciences, ul. Institutskaya 2, Pushcino 142290, Moscow Region, Russian Federation; e-mail: oix@rambler.ru*

Received 14.02.2023
Revised 21.08.2023
Accepted 05.09.2023

Abstract

Aim. The purpose of this work is to study the dynamics of air temperature and soil temperature in different soil zones of Western Siberia in relation to modern climate change.

Methodology. Based on long-term data from 259 weather stations located on the territory of Western Siberia, an analysis of air and soil temperature distribution and their changes within the areas of nine soil zones (subzones) for the period 1951–2020 was carried out using geographic information systems.

Results. It is shown that in the modern period in all soil zones of Western Siberia there is a climate change towards warming, which is characterized by zonality. The most significant increase in air temperature in the last decade is observed in the north of Western Siberia, especially in the arctic tundra, subarctic tundra and northern taiga subzones, and it becomes less noticeable as we move southward to the steppe zone. Modern warming leads to a change in the temperature regime of soils in Western Siberia and, as a result, a shift of soil-climatic zones to the north. Mapping models of the average annual air temperature for each decade of the period

1951–2020 and the climatic norm 1961–1990 were created, as well as mapping models of air temperature change (average annual and by seasons of the year).

Research implications. The revealed changes in the atmospheric and soil climate must be taken into account when assessing climate risks and developing agrotechnical measures for growing crops, as well as measures to protect infrastructure facilities in the cryolithozone.

Keywords: geographic information systems, Western Siberia, climate change, soil zones, air temperature, soil temperature

Acknowledgments. The work was performed within the framework of the state task No. 122040500036–9 "Influence of climatic fluctuations and anthropogenic activities on the evolution and current state of soils in southern Russia" and the theme No. 1736–r of the Lomonosov Moscow State University Agrarian Centre.

Введение

В настоящее время проблема изменения атмосферного и почвенного климата приобрела значительную актуальность, что связано как с масштабом происходящих климатических изменений, так и с их потенциальными последствиями для состояния ландшафтов, сельского и лесного хозяйств, объектов инфраструктуры.

Территория России теплеет существенно быстрее, чем планета Земля в целом. Средняя скорость потепления для поверхности Земли (суши и моря) и суши составила 0,179 и 0,295°С/10 лет соответственно. Скорость роста осреднённой по России среднегодовой температуры воздуха составила 0,51°С/10 лет за период 1976–2020 гг.[1].

В разных регионах России потепление происходит неравномерно и отличается по степени воздействия на окружающую среду. Одним из регионов, чувствительных к изменению климата, является Западная Сибирь. Сравнительно однообразный равнинный рельеф обусловливает хорошо выраженную зональность ландшафтов Западной Сибири, что делает её территорию удобным объектом для изучения зональных особенностей изменения климата.

Специфика дифференциации территории Западно-Сибирской равнины по климатическим условиям рассмотрена в работе И. Е. Трофимовой и А. С. Балыбиной [7]. При анализе изменений климата наряду с температурой воздуха большое значение имеет температура почвы. По мнению ряда авторов, тренды температуры почвы более стабильны и объективны, чем тренды температуры воздуха для оценки эффекта глобального потепления [3]. Исследователи отмечают тенденцию к повышению температуры почвы в различных частях России [13; 14; 17; 18], включая территорию Западной Сибири [9].

С колебаниями климата связана современная тенденция развития криогенных процессов, одного из ведущих факторов формирования ландшафтов в криолитозоне, которая занимает северную часть Западной Сибири. Индикаторами климатических изменений в криолитозоне являются глубина сезонного протаивания и температура верхних горизонтов мёрзлых пород. Эти параметры формируются,

[1] Третий оценочный доклад об изменениях климата и их последствиях на территории Российской Федерации. Общее резюме. СПб.: Наукоёмкие технологии, 2022. 124 с.

в первую очередь, под воздействием температуры воздуха, характера растительности и снежного покрова [2].

Данные мониторинга криолитозоны свидетельствуют о хорошо выраженной тенденции деградации мерзлоты на севере России, что вызывает активное развитие растительного покрова и смещение границ биоклиматических зон к северу [1]. Однако реакция глубины сезонного протаивания и температуры мёрзлых пород на потепление не всегда однозначна [4; 6]. В южных районах криолитозоны Западной Сибири с хорошо развитой растительностью, напротив, может отмечаться уменьшение глубины сезонного протаивания и новообразование мерзлоты, что связано с нарастанием при потеплении климата мохового покрова, соответственно и торфа, оказывающих охлаждающее воздействие ввиду усиления теплоизолирующего эффекта [12]. Локальная аградация мерзлоты наблюдается и в других частях южной криолитозоны, что также связано с динамикой растительности [5].

Деградация мерзлоты ведёт к увеличению эмиссии углекислого газа и метана из почвы и водно-болотных угодий, что способствует ещё большему потеплению. Возникают риски для зданий, объектов транспортной и нефтегазовой инфраструктуры, которые строились без учёта современных климатических изменений. По некоторым оценкам, к середине нынешнего столетия из-за глобального потепления может быть повреждено почти 70% существующей арктической инфраструктуры [16].

В южной части Западной Сибири вне области распространения многолетнемёрзлых пород неблагоприятным следствием потепления является повышение засушливости климата, что приводит к возникновению рисков для сельского хозяйства – одной из наиболее чувствительных отраслей экономики к изменениям климата[1].

Настоящая работа посвящена изучению многолетней динамики температуры воздуха и почв различных почвенных зон Западной Сибири в связи с современной тенденцией потепления.

В работе использованы данные наблюдений за температурой воздуха на 259 метеорологических станциях сети Росгидромета, расположенных на территории Западной Сибири за период 1951–2020 гг.[2]. Дополнительно к ним для правильного построения изолиний использованы данные 34 станций, расположенных в 50-километровой зоне вокруг Западной Сибири. По температуре почв проанализированы данные наблюдений на 124 метеорологических станциях за период 1961–2015 гг. На Ямале и Гыданском полуострове станции с длительными рядами наблюдений за температурой почвы отсутствуют, поэтому данная территория не рассматривалась при анализе температуры почвы.

Почвенные зоны (подзоны) показаны в соответствии с картой почвенно-экологического районирования Российской Федерации масштаба

[1] Доклад о климатических рисках на территории Российской Федерации. Санкт-Петербург, 2017. 106 с.;

[2] Метеорологический ежемесячник СССР. М., 1966–1990 гг. Вып. 17, 20. Ч. II.; Всероссийский научно-исследовательский институт гидрометеорологической информации – мировой центр данных [сайт]. URL: www.meteo.ru (дата обращения: 11.02.2023).

1:8 000 000[1]. В системе почвенно-экологического районирования на территории Западной Сибири выделено 9 почвенных зон (подзон), для каждой из которых характерен свой зональный почвенный тип (подтип) и сопутствующие ему интразональные почвы (рис. 1).

Для каждой почвенной зоны были рассчитаны средние параметры климатических данных. Период 1961–1990 гг. взят в качестве климатической нормы, относительно которой проанализировано изменение температуры воздуха и почвы, осреднённой за каждое десятилетие. Климатическая норма рассматривается как количественная характеристика условий почвообразования и как критерий изменчивости климата во времени.

Создание исходной георефернсированной базы данных температурных параметров атмосферного и почвенного климатов проходит в несколько этапов. Вначале осуществляется подготовка данных в формате xlsx в виде нескольких реляционных таблиц для дальнейшего использования в геоинформационной системе. Для каждого объекта (метеостанции) в таблицы, наряду с данными о температуре воздуха или почвы, заносятся координаты местоположения, по которым затем в ГИС создаются точечные объекты (метеостанции). Далее нужные для создания тех или иных карт данные импортируются в ГИС из реляционных таблиц MS Excel.

Для построения карт и проведения расчётов в нашей работе использованы геоинформационные системы Аксиома версия 4.2 и MapInfo Professional v.17.0.4. В ГИС Аксиома версия 4.2 (Модуль «Работа с поверхностями и растрами» v.012) построены изолинии температуры воздуха по статистическим поверхностям, созданным, в свою очередь, на нерегулярной сети точек (293 метеостанции) с рядами данных методом обратных взвешенных расстояний (IDW).

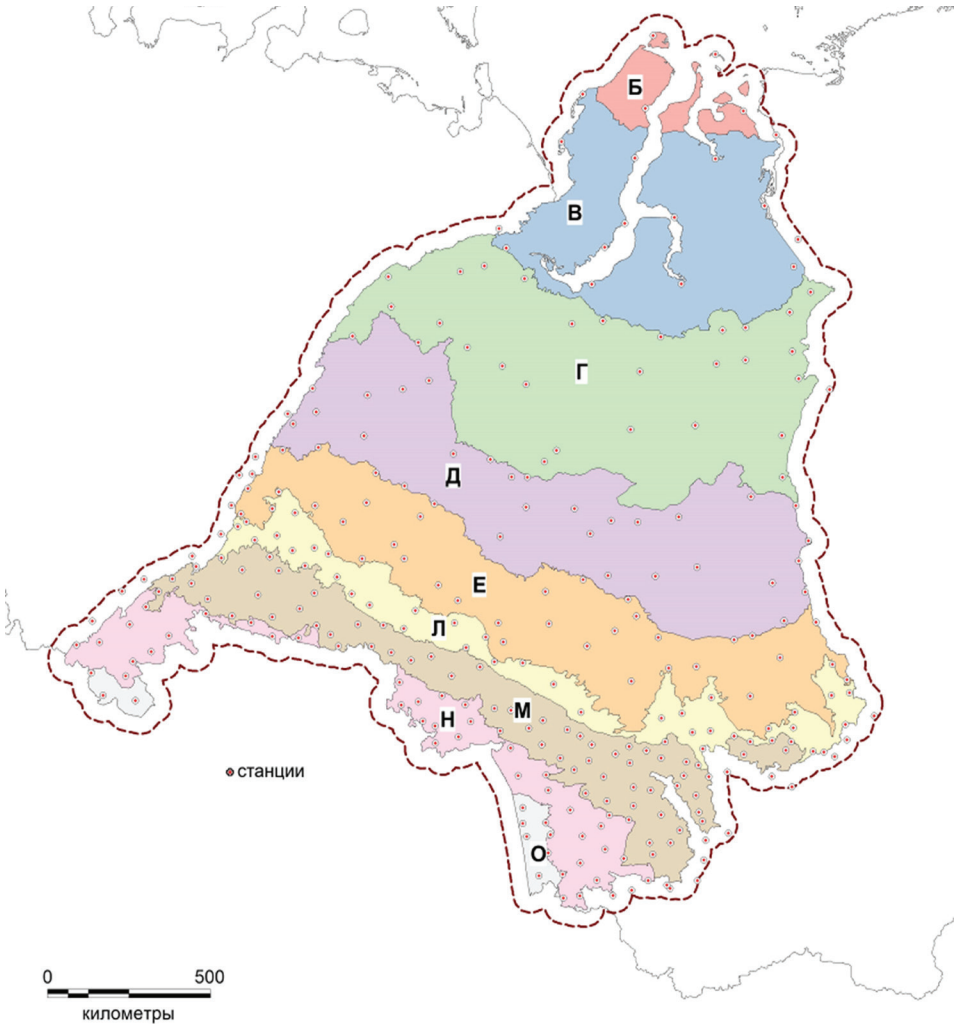
Изменение климата Западной Сибири: динамика температуры воздуха

Средняя годовая температура воздуха в Западной Сибири имеет зональное распределение и увеличивается от -11,4°С в подзоне арктической тундры до +2,7°С в зоне сухой степи (климатическая норма 1961–1990 гг.). Наблюдается увеличение среднегодовой температуры воздуха каждое последующее десятилетие от минимальных значений в 1951–1960 гг. в зоне южной тайги и во всех зонах к югу от неё до максимальных значений в последнее десятилетие. В степной и сухостепной зонах наблюдается одинаковая среднегодовая температура в течение двух последних десятилетий (рис. 2).

В северной части Западной Сибири в подзонах от арктической тундры до средней тайги минимальные значения среднегодовой температуры воздуха наблюдаются в 1961–1980 гг. Потепление здесь началось позднее на 1–2 десятилетия. В 1950-е гг. ещё ощущалось влияние потепления 1930-х – 1940-х гг., известного в климатической литературе как «потепление Арктики» [6].

При общей тенденции потепления различные почвенные зоны и подзоны

[1] Карта почвенно-экологического районирования Российской Федерации. Масштаб 1:8 000 000 / под ред. И. С. Урусевской. М., 2019.

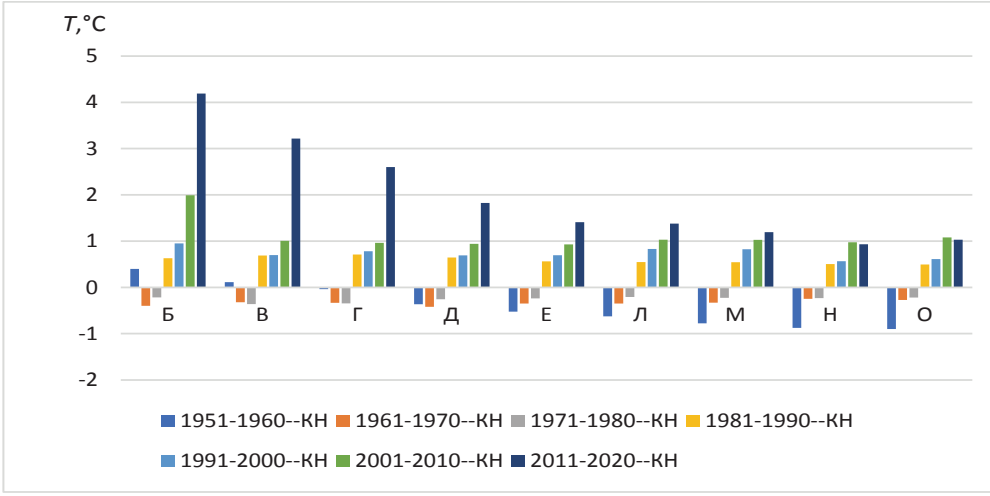


Почвенно-экологическое районирование Западной Сибири:
Б – подзона арктотундровых почв арктической тундры;
В – подзона тундровых глеевых почв и подбуров субарктической тундры;
Г – подзона глееподзолистых почв, глеезёмов и подзолов северной тайги;
Д – подзона подзолистых почв средней тайги;
Е – зона дерново-подзолистых почв южной тайги;
Л – зона серых лесных почв лиственных лесов;
М – зона оподзоленных, выщелоченных и типичных чернозёмов и серых лесных почв лесостепи;
Н – зона обыкновенных и южных чернозёмов степи;
О – зона тёмно-каштановых и каштановых почв сухой степи.

Рис. 1 / Fig. 1. Территория исследования / Study area

Источник: составлено авторами на основе Карты почвенно-экологического районирования Российской Федерации[1]

[1] Карта почвенно-экологического районирования Российской Федерации. Масштаб 1:8 000 000 / под ред. И. С. Урусевской. М., 2019.



Буквенные индексы обозначают почвенные зоны и подзоны, выделенные на рис. 1

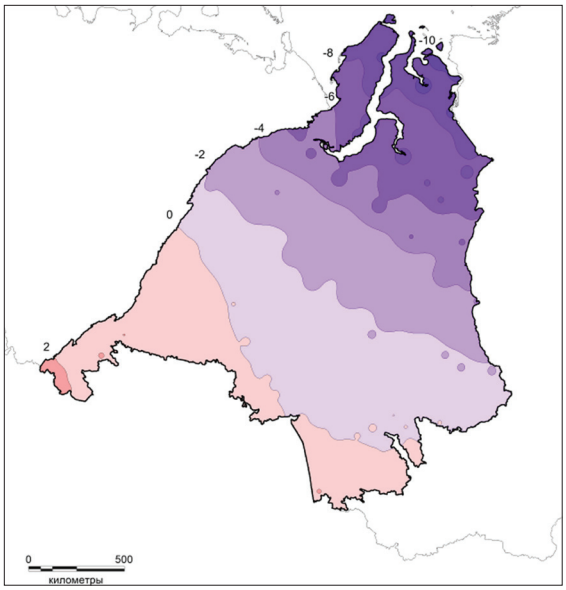
Рис. 2 / Fig. 2. Изменение среднегодовой температуры воздуха относительно климатической нормы (КН), °С / Change in the average annual air temperature relative to the climatic norm (CN), °C

Источник: составлено авторами

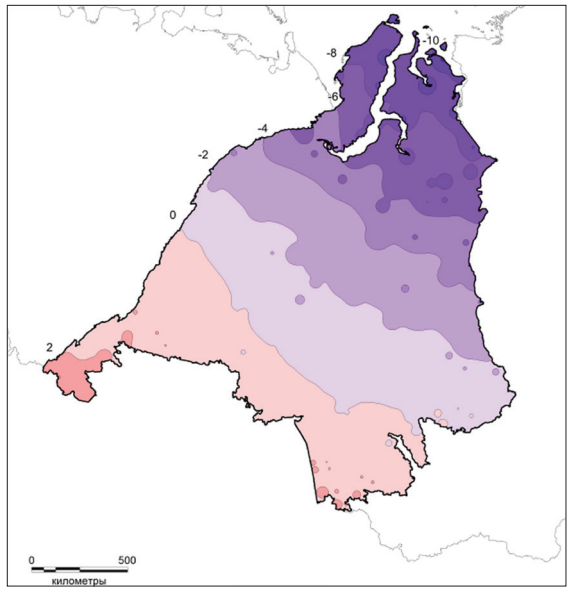
Западной Сибири по-разному реагируют на изменения климата. Наиболее существенный рост температуры воздуха в последнее десятилетие наблюдается на севере Западной Сибири, особенно в подзонах арктической тундры, субарктической тундры и северной тайги, и по мере движения на юг к степной зоне он становится менее заметным. В 2011–2020 гг. среднегодовая температура воздуха превысила климатическую норму от 0,9 и 1,1°С в степной и сухостепной зонах до 3,2 и 4,2°С в подзонах арктической тундры и субарктической тундры соответственно.

На созданных нами картографических моделях среднегодовой температуры воздуха видно смещение изотерм в северном направлении в каждое последующее десятилетие после 1951–1960 гг., которые были самыми холодными в исследуемый период. Особенно хорошо это заметно по движению изотерм 0 и +2°С (рис. 3). Наблюдается уменьшение площади с отрицательными среднегодовыми температурами воздуха. При этом период 1961–1970 гг. был относительно стабильным.

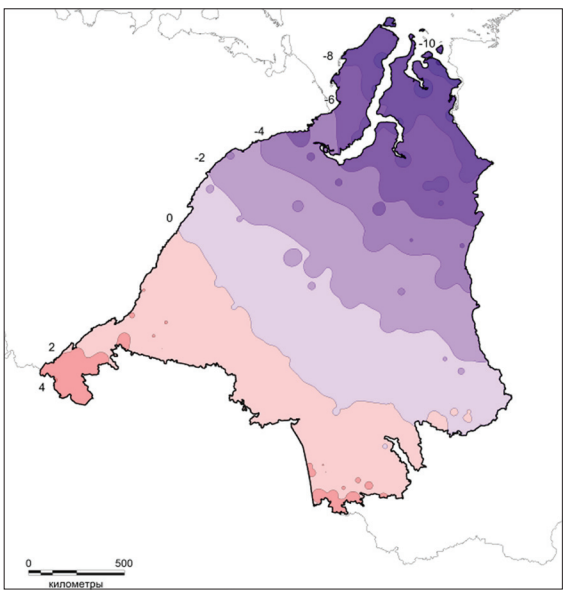
Период 2011–2020 гг. стал самым тёплым за всю историю инструментальных наблюдений. Нулевая изотерма в этот период сместилась к северу относительно климатической нормы 1961–1990 гг. на 250–400 км. Площадь с отрицательной среднегодовой температурой воздуха, составлявшая в пределах территории Западной Сибири в 1961–1990 гг. 1 914 тыс. км^2, уменьшилась в 2011–2020 гг. на 660 тыс. км^2 или на 34%. Площадь с температурой ниже –2°С уменьшилась примерно на 44% с 1 152 тыс. до 651 тыс. км^2. Таким образом, в современный период наблюдаются условия для таяния многолетней мерзлоты и сокращения её площади – в первую очередь, островной и прерывистой мерзлоты.



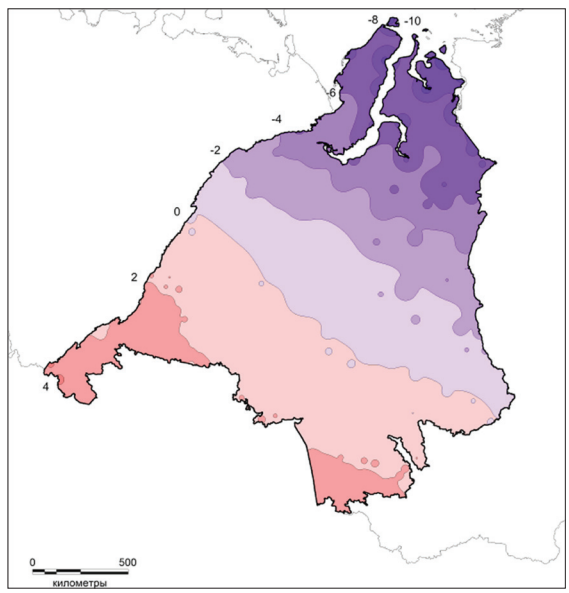
1951–1960



1961–1970



1971–1980



1981–1990

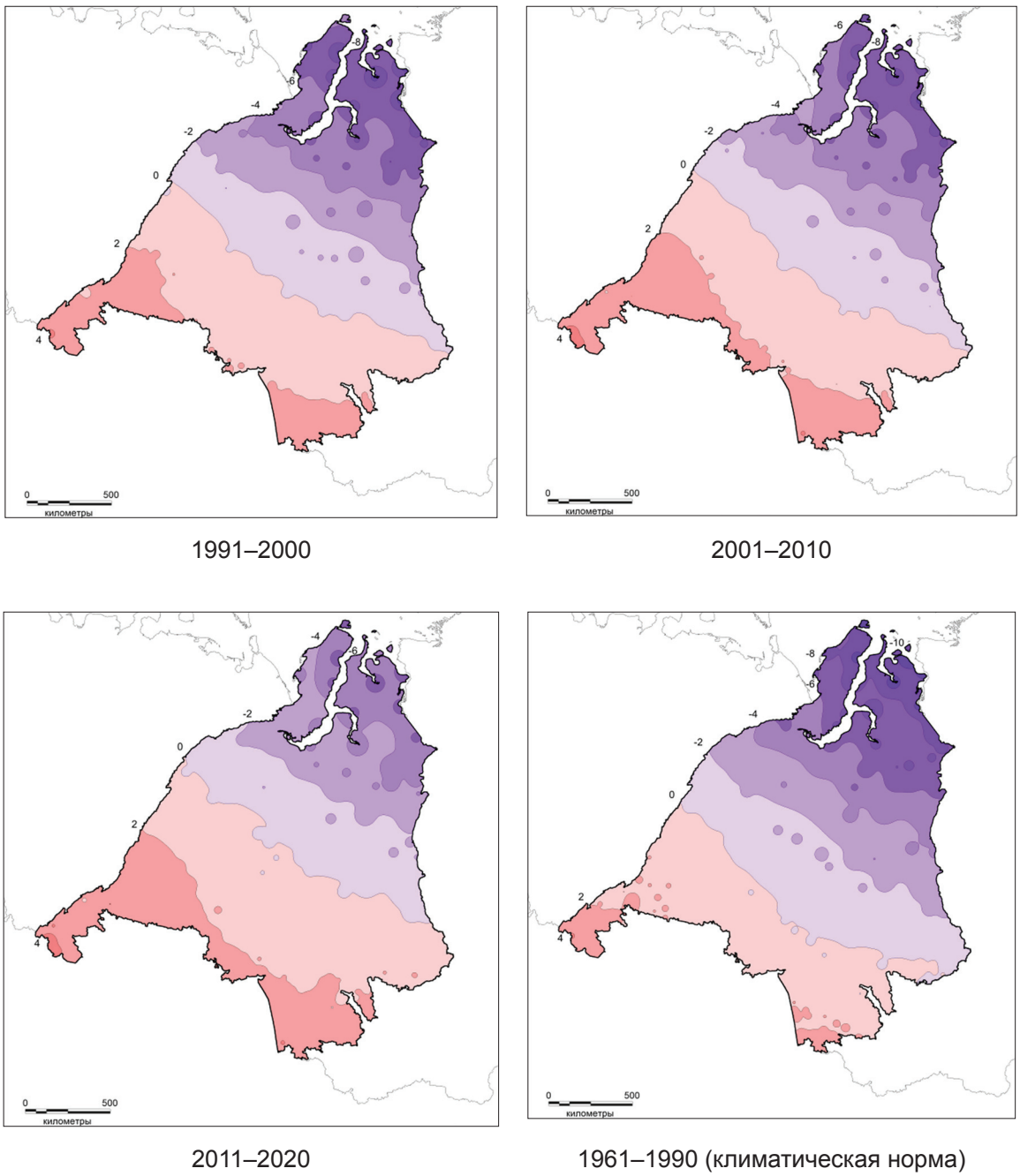


Рис. 3 / Fig. 3. Средняя годовая температура воздуха, °С / Average annual air temperature, °С

Источник: составлено авторами

В южной части Западной Сибири хорошо заметно смещение на север изотермы +2°С. Площадь со средней годовой температурой выше +2°С, составлявшая в пределах рассматриваемой территории в 1961–1990 гг. 114 тыс. км^2, увеличилась на 453 тыс. км^2. Потепление в подтаёжной зоне, лесостепи и степи, являющихся важными сельскохозяйственными регионами России, имеет как благоприятные, так и неблагоприятные последствия. С одной стороны, оно выгодно для сельского хозяйства, т. к. наблюдается увеличение теплообеспеченности сельскохозяйственных культур и увеличение продолжительности вегетационного периода. С другой стороны, при недостатке влаги увеличивается вероятность образования атмосферных и почвенных засух. Повышение температуры и неравномерное распределение осадков в течение года (их дефицит в отдельные периоды) могут способствовать возникновению лесных пожаров, частота которых в последнее время увеличилась.

Увеличение температуры воздуха наблюдается во все сезоны года, но особенно оно выражено в весенний и зимний периоды (рис. 4). В весенний сезон в подзонах арктической и субарктической тундры и северной тайги температура воздуха в 2011–2020 гг. увеличилась относительно климатической нормы на 4–4,9°С, а в остальных зонах (подзонах) – на 1,9–2,8°С. Зимний сезон отличается наибольшей дифференциацией и особенно выраженной зональностью потепления. Если в подзонах субарктической тундры и северной тайги температура увеличилась на 3,1–3,4°С, а в подзоне арктической тундры – на целых 6,0°С, то в степной и сухостепной зонах – всего на 0,5–0,6°С. В летний и осенний сезоны потепление менее выражено. К югу от среднетаёжной подзоны температура увеличилась на 0,5–0,9°С. Более значительный рост осенних и летних температур воздуха отмечается в подзонах арктической и субарктической тундры. Температура здесь выросла на 2,1–3,7°С.

Динамика температуры почв

Характер изменения среднегодовой температуры почв в целом соответствует изменению температуры воздуха, но осложняется высотой снежного покрова в зимний период, гранулометрическим составом, влажностью почв, уровнем грунтовых вод, наличием мерзлоты и другими факторами.

Среднегодовая температура почвы на глубине 20 см в 2001–2015 гг. увеличилась относительно климатической нормы на 0,6–1,1°С. Наибольшее повышение температуры почвы в отличие от температуры воздуха наблюдается в почвах лесостепной и степной зон, что связано с меньшей влажностью этих почв и более слабым влиянием снежного покрова. Аналогично температуре воздуха увеличение температуры почвы наблюдается во все сезоны года и во всех почвенных зонах и подзонах (рис. 5).

Сумма температур почвы ниже 0°С на глубине 20 см уменьшилась на 111–224°С, а сумма температур почвы выше 10°С увеличилась на 66–235°С (рис. 6). В зимний сезон наименьшие суммы температур почвы ниже 0°С и самая высокая зимняя температура почвы наблюдаются в зоне южной тайги. К северу и югу от неё температура почвы зимой уменьшается.

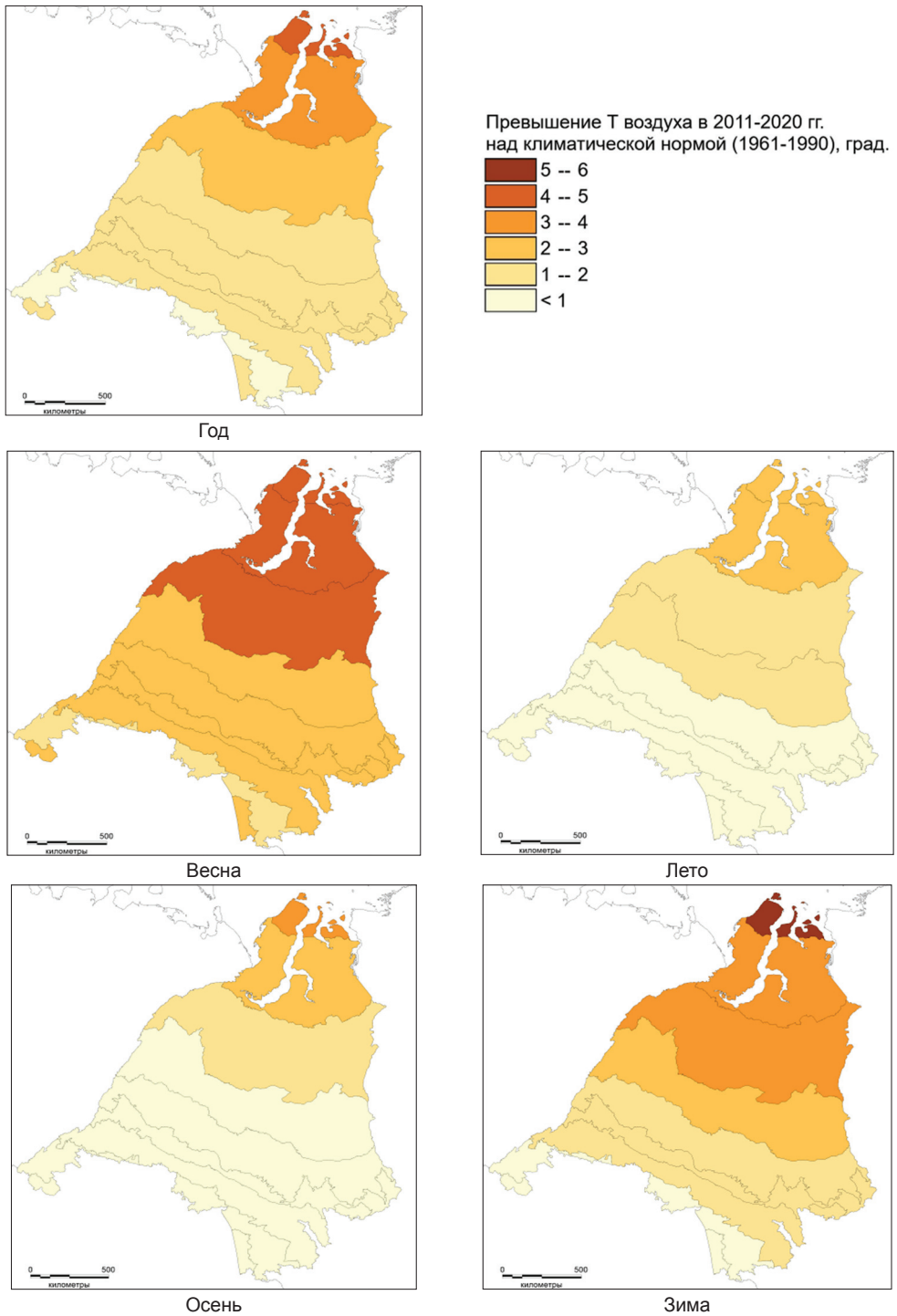


Рис. 4 / Fig. 4. Сезонная динамика увеличения температуры воздуха, °С / Seasonal dynamics of air temperature increase, °C

Источник: составлено авторами

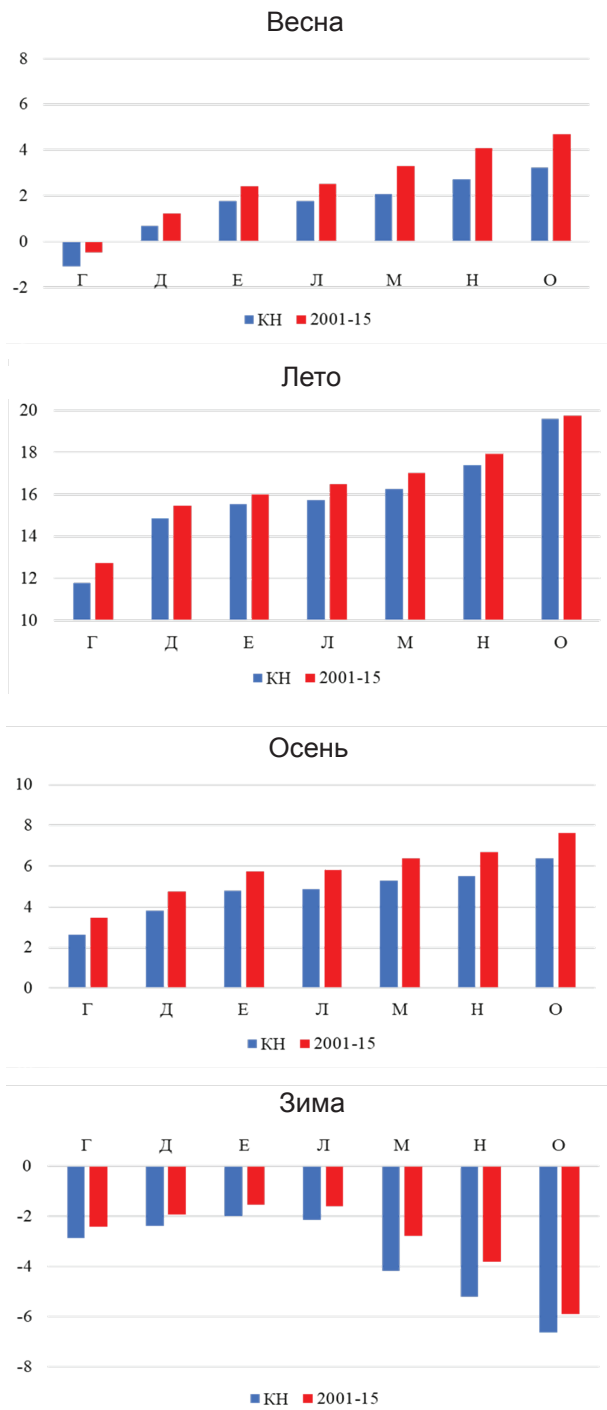


Рис. 5 / Fig. 5. Изменение температуры почвы на глубине 20 см в различные сезоны года, °С / Change in soil temperature at a depth of 20 cm in different seasons of the year, °C

Источник: составлено авторами

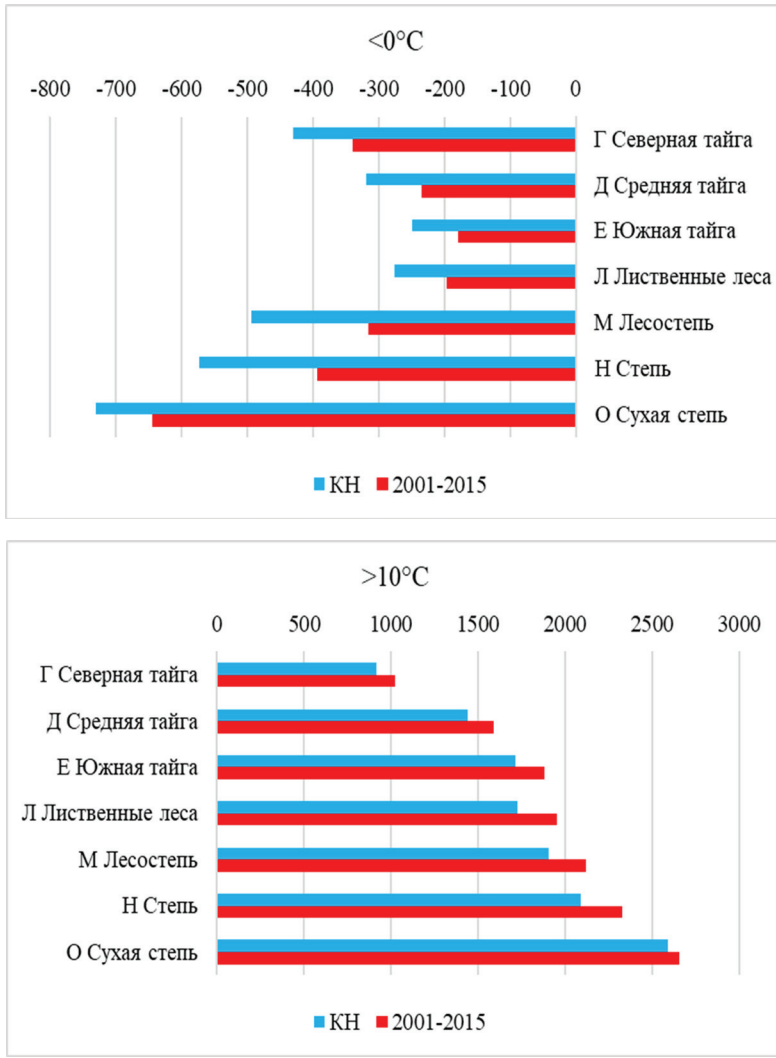


Рис. 6 / Fig. 6. Сумма температур почвы ниже 0 и выше 10°С на глубине 20 см, °С / The sum of soil temperatures below 0 and above 10°C at a depth of 20 cm, °C

Источник: составлено авторами

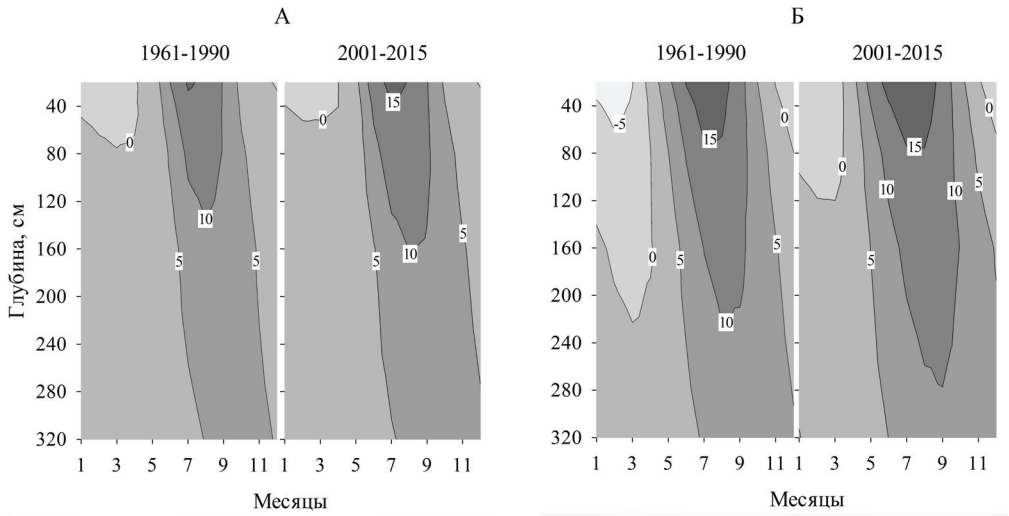
Такое распределение зимних температур почв связано с особенностями пространственной дифференциации снежного покрова на территории Западной Сибири. Наибольшая высота снежного покрова наблюдается в центральной части Западно-Сибирской равнины, где выпадает больше осадков зимой, что обусловлено особенностями атмосферной циркуляции. К северу и югу его высота заметно уменьшается. Снежный покров обладает теплоизолирующим эффектом и сдерживает в холодный период года выхолаживание почв и накопление в них холода. Ранее нами показано, что промерзание почв и их нахождение в мёрзлом состоянии происходит при температуре,

установившейся на контакте снег–почва, которая существенно выше температуры воздуха и поверхности снега [10]. По данным А. Б. Шерстюкова [11], в Сибири, в отличие от Восточно-Европейской равнины, изменения среднегодовой температуры почвы определяются в большей степени изменениями высоты снежного покрова, а не изменениями температуры воздуха. И другие исследователи отмечают решающую роль высоты и продолжительность залегания снежного покрова в формировании почвенного климата в Западной Сибири в холодный период года [8; 15].

Во всех почвенных зонах наблюдается уменьшение глубины проникновения температуры 0°С в почву и увеличение глубины проникновения активных температур выше 10°С в почву, что является характерным признаком потепления почв в холодный и тёплый периоды года.

На рис. 7 на примере двух зональных почв таёжной и степной зон – подзолистой почвы и чернозёма южного – показано изменение среднемесячной температуры почв в 2001–2015 гг. относительно климатической нормы. Почвы отличаются по температурному режиму. В холодный период года подзолистая почва заметно теплее, а в тёплый период, наоборот, заметно холоднее, чем чернозём южный.

Глубина проникновения температуры 0°С в почву в 2001–2015 гг. уменьшилась до 52 см в подзолистой почве и до 120 см – в чернозёме южном, что меньше климатической нормы на 23 и 103 см соответственно. Глубина проникновения температур выше 10°С в почву, наоборот, увеличилась до 165 см в подзолистой почве и до 278 см



А – подзолистая почва подзоны средней тайги (Александровское, Томская область),
Б – чернозём южный зоны степи (Полтавка, Омская область)

Рис. 7 / Fig. 7. Среднемесячная динамика температуры зональных почв, °С. / Monthly average temperature dynamics of zonal soils, °C

Источник: составлено авторами

в чернозёме южном, что выше климатической нормы на 29 и 55 см соответственно.

Таким образом, в современный период наблюдается потепление обеих почв по всему их профилю вплоть до глубины 320 см.

Почвенный криогенез как природный фактор риска трубопроводов в криолитозоне при современном потеплении

С потеплением связаны различные климатические риски, обусловленные развитием криогенных процессов. В Западной Сибири имеется развитый нефтегазовый комплекс с сетью трубопроводов. Коррозия металла труб в почве является основной причиной быстрого износа трубопроводных транспортных систем. Интенсивность развития коррозионного процесса в значительной степени определяется температурными условиями почвы. Современное потепление ведёт к интенсификации процессов почвенного криогенеза, что будет способствовать более интенсивному износу нефтяных и газовых труб (рис. 8).

В условиях бугристо-западинного рельефа его составляющие (бугры и западины) связаны между собой единым энергомассообменом. В холодный период года, в период промерзания, под действием возрастающего градиента температур в промерзающем слое происходит накопление льда в теле бугра, что приводит к его росту, оказывая давление на трубу, вследствие чего это давление сопровождается её коррозионным растрескиванием под напряжением (КРН). В тёплый период года в результате современного потепления увеличивается глубина сезонного протаивания верхних горизонтов мерзлотных почв, что приводит к вы-

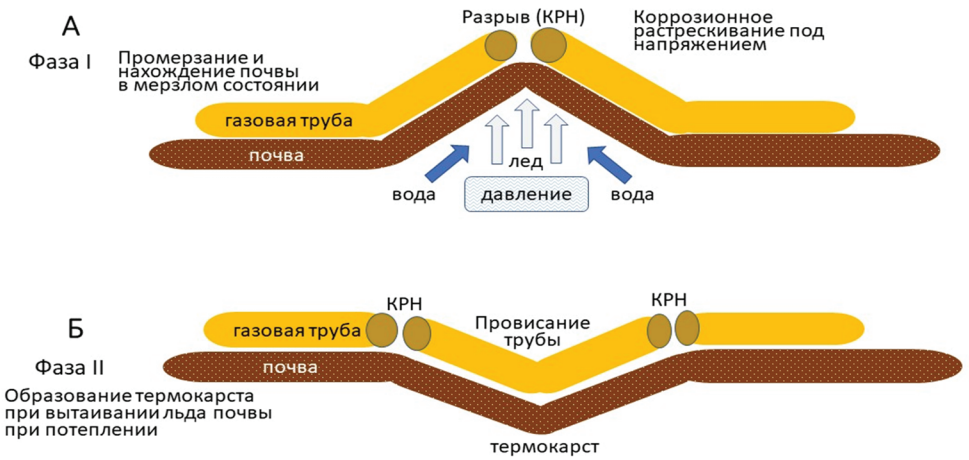


Рис. 8 / Fig. 8. Коррозионные риски: (А) при промерзании и нахождении почвы в мёрзлом состоянии, (Б) при вытаивании льда и формировании термокарста при потеплении / Corrosion risks: (A) when freezing and the soil is in a frozen state, (B) when ice melts and thermokarst forms during warming

Источник: составлено авторами

таиванию жильных льдов и формированию термокарста с накоплением воды, оказывающей растепляющий эффект. Под весом трубы возникают дополнительные напряжения при изгибе, что способствует возникновению трещин в этих частях нефтяной или газовой трубы.

Заключение

Созданная георефернсированная база данных наблюдений за температурой воздуха на протяжении 70 лет и температурой почвы за 55 лет позволила на примере территории Западной Сибири проследить многолетнюю динамику этих параметров в связи с современной тенденцией потепления. Построенные модели и проведённые расчёты послужили основанием для выводов, связанных с потенциальными последствиями выявленных процессов для состояния ландшафтов, сельского и лесного хозяйств, объектов инфраструктуры:

1. в современный период во всех почвенных зонах Западной Сибири отмечается изменение почвенного климата в сторону его потепления в связи с ростом среднегодовых температур воздуха. Потепление наблюдается во все сезоны года, особенно в весенний и зимний сезоны и отличается выраженной зональностью;

2. установлено смещение изотермы среднегодовой температуры воздуха 0°С на 250–400 км в северном направлении, что обусловливает уменьшение площади с отрицательной среднегодовой температурой воздуха на 34%;

3. во всех почвенных зонах наблюдается потепление почв по всему их профилю. Потепление отмечается как в тёплый, так и в холодный периоды года и характеризуется увеличением среднегодовой температуры почв, увеличением суммы активных температур в почвах, уменьшением суммы отрицательных температур, глубины сезонного промерзания и длительности нахождения почв в мёрзлом состоянии;

4. современное потепление находит своё отражение в ландшафтах Западной Сибири и характеризующих их почвах. Можно ожидать продвижения лесных сообществ к северу и соответствующего изменения спектра почвообразовательных процессов – проявления кислотного гидролиза минералов, лессиважа, элювиально-глеевого процессов. В таёжной зоне потепление приведёт к увеличению продуктивности древостоев [19]. Почвообразование будет сопровождаться усилением гумусово-аккумулятивного процесса. В почвах степной и сухостепной зоны можно ожидать усиления аридизации и связанных с ней процессов окарбоначивания, засоления, и осолонцевания чернозёмов и каштановых почв, формирования почвенных засух;

5. увеличение глубины протаивания мерзлотных почв при потеплении климата в условиях бугристо-западинного рельефа приводит к снижению коррозионной стойкости газо- и нефтепроводов. Необходима разработка и применение технологии защиты трубопроводов от негативного влияния криогенных процессов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Деградация мерзлоты: результаты многолетнего геокриологического мониторинга в Западном секторе Российской Арктики / А. А. Васильев, А. Г. Гравис, А. А. Губарьков, Д. С. Дроздов, Ю. В. Коростелёв, Г. В. Малкова, Г. Е. Облогов и др. // Криосфера Земли. 2020. Т. XXIV. № 2. С. 15–30.
2. Израэль Ю. А., Павлов А. В., Анохин Ю. А. Эволюция криолитозоны при современных изменениях глобального климата // Метеорология и гидрология. 2002. № 1. С. 22–34.
3. Использование данных метеорологических станций для оценки тенденций многолетних изменений температуры почв на территории сезонной и многолетней криолитозоны России / Д. А. Гиличинский, С. С. Быховец, В. А. Сороковиков, Д. Г. Фёдоров-Давыдов, Р. Г. Барри, Т. Жанг, М. К. Гаврилова и др. // Криосфера Земли. 2000. Т. IV. № 3. С. 59–66.
4. Конищев В. Н. Реакция вечной мерзлоты на потепление климата // Вестник Московского университета. Серия 5: География. 2009. № 4. С. 10–20.
5. Медведков А. А. Как глобальное потепление меняет природу сибирской тайги? // Природа. 2016. № 12 (1216). С. 40–47.
6. Павлов А. В. Мониторинг криолитозоны. Новосибирск: ГЕО, 2008. 230 с.
7. Трофимова И. Е., Балыбина А. С. Классификация климатов и климатическое районирование Западно-Сибирской равнины // География и природные ресурсы. 2014. № 2. С. 11–21.
8. Трофимова И. Е., Балыбина А. С. Районирование Западно-Сибирской равнины по термическому режиму почв // География и природные ресурсы. 2015. № 3. С. 27–38.
9. Харюткина Е. В., Логинов С. В. Тенденции временных изменений температуры почвы на глубинах в Западной Сибири по данным реанализа // География и природные ресурсы. 2019. № 2. С. 95–102.
10. Худяков О. И., Решоткин О. В. Динамика температуры мерзлотных почв в вегетационный период на фоне повышения среднегодовой температуры воздуха // Почвоведение. 2020. № 5. С. 576–589.
11. Шерстюков А. Б. Корреляция температуры почвогрунтов с температурой воздуха и высотой снежного покрова на территории России // Криосфера Земли. 2008. Т. XII. № 1. С. 79–87.
12. Шполянская Н. А., Осадчая Г. Г., Малкова Г. В. Современное изменение климата и реакция криолитозоны (на примере Западной Сибири и Европейского Севера России) // Географическая среда и живые системы. 2022. № 1. С. 6–30.
13. Chen L., Aalto J., Luoto M. Decadal changes in soil and atmosphere temperature differences linked with environment shifts over northern Eurasia // Journal of Geophysical Research: Earth Surface. 2021. Vol. 126. P. e2020JF005865.
14. Chen L., Aalto J., Luoto M. Significant shallow–depth soil warming over Russia during the past 40 years // Global and Planetary Change. 2021. Vol. 197. P. 103394.
15. Goncharova O. Yu., Matyshak G. V., Epstein H. E., et al. Influence of snow cover on soil temperatures: Meso- and micro-scale topographic effects (a case study from the northern West Siberia discontinuous permafrost zone) // Catena. 2019. Vol. 183. P. 104224.
16. Hjort J., Karjalainen O., Aalto J., et al. Degrading permafrost puts Arctic infrastructure at risk by mid-century // Nature Communications. 2018. Vol. 9. No. 1. P. 5147.
17. Reshotkin O. V., Khudyakov O. I. Soil temperature response to modern climate change at four sites of different latitude in the European part of Russia // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 2019. Vol. 368. P. 012040.

18. Streletskiy D. A., Sherstiukov A. B., Frauenfeld O. W., et al. Changes in the 1963–2013 shallow ground thermal regime in Russian permafrost regions // Environmental Research Letters. 2015. Vol. 10. № 12. P. 125005.
19. Tchebakova N. M., Parfenova E. I., Korets M. A., et al. Potential change in forest types and stand heights in central Siberia in a warming climate // Environmental Research Letters. 2016. Vol. 11. № 3. P. 035016.

REFERENCES

1. Vasiliev A. A., Gravis A. G., Gubarkov A. A., Drozdov D. S., Korostelev Yu. V., Malkova G. V., Oblogov G. E., at al. [Permafrost degradation: results of long-term geocryological monitoring in the Western sector of the Russian Arctic]. In: *Kriosfera Zemli* [Cryosphere of the Earth], 2020, vol. XXIV, no. 2, pp. 15–30.
2. Israel Yu. A., Pavlov A. V., Anokhin Yu. A. [Evolution of the permafrost zone under modern changes in the global climate]. In: *Meteorologiya i gidrologiya* [Meteorology and Hydrology], 2002, no. 1, pp. 22–34.
3. Gilichinsky D. A., Bykhovets S. S., Sorokovikov V. A., Fedorov-Davydov D. G., Barry R. G, Zhang T., Gavrilova M. K., et al. [Using data from meteorological stations to assess trends in long-term changes in soil temperature in the territory of the seasonal and long-term permafrost zone of Russia. In: *Kriosfera Zemli* [Cryosphere of the Earth], 2000, vol. IV, no. 3, pp. 59–66.
4. Konishchev V. N. [Reaction of permafrost to climate warming]. In: *Vestnik Moskovskogo universiteta. Seriya 5: Geografiya* [Bulletin of Moscow University. Episode 5: Geography], 2009, no. 4, pp. 10–20.
5. Medvedkov A. A. [How is global warming changing the nature of the Siberian taiga?]. In: *Priroda* [The Nature], 2016, no. 12, pp. 40–47.
6. Pavlov A. V. *Monitoring kriolitozony* [Monitoring of the cryolithozone]. Novosibirsk, GEO Publ., 2008. 230 p.
7. Trofimova I. E., Balybina A. S. [Classification of climates and climatic zoning of the West Siberian Plain]. In: *Geografiya i prirodnyye resursy* [Geography and natural resources], 2014, no. 2, pp. 11–21.
8. Trofimova I. E., Balybina A. S. [Zoning of the West Siberian Plain according to the thermal regime of soils]. In: *Geografiya i prirodnyye resursy* [Geography and natural resources], 2015, no. 3, pp. 27–38.
9. Kharyutkina E. V., Loginov S. V. [Trends in temporary changes in soil temperature at depths in Western Siberia according to reanalysis data]. In: *Geografiya i prirodnyye resursy* [Geography and natural resources], 2019, no. 2, pp. 95–102.
10. Khudyakov O. I., Reshotkin O. V. [Dynamics of the temperature of frozen soils during the growing season against the background of an increase in the average annual air temperature]. In: *Pochvovedeniye* [Soil Science], 2020, no. 5, pp. 576–589.
11. Sherstyukov A. B. [Correlation of soil temperature with air temperature and snow depth on the territory of Russia]. In: *Kriosfera Zemli* [Cryosphere of the Earth], 2008, vol. XII, no. 1, pp. 79–87.
12. Shpolyanskaya N. A., Osadchaya G. G., Malkova G. V. [Modern climate change and the reaction of the permafrost zone (on the example of Western Siberia and the European North of Russia)]. In: *Geograficheskaya sreda i zhivyye sistemy* [Geographical environment and living systems], 2022, no. 1, pp. 6–30.
13. Chen L., Aalto J., Luoto M. Decadal changes in soil and atmosphere temperature differences linked with environment shifts over northern Eurasia. In: *Journal of Geophysical Research: Earth Surface,* 2021, vol. 126, pp. e2020JF005865.

14. Chen L., Aalto J., Luoto M. Significant shallow–depth soil warming over Russia during the past 40 years. In: *Global and Planetary Change,* 2021, vol. 197, pp. 103394.
15. Goncharova O. Yu., Matyshak G. V., Epstein H. E., et al. Influence of snow cover on soil temperatures: Meso- and micro-scale topographic effects (a case study from the northern West Siberia discontinuous permafrost zone). In: *Catena*, 2019, vol. 183, pp. 104224.
16. Hjort J., Karjalainen O., Aalto J., et al. Degrading permafrost puts Arctic infrastructure at risk by mid-century. In: *Nature Communications,* 2018, vol. 9, no. 1, pp. 5147.
17. Reshotkin O. V., Khudyakov O. I. Soil temperature response to modern climate change at four sites of different latitude in the European part of Russia. In: *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science,* 2019, vol. 368, pp. 012040.
18. Streletskiy D. A., Sherstiukov A. B., Frauenfeld O. W., et al. Changes in the 1963–2013 shallow ground thermal regime in Russian permafrost regions. In: *Environmental Research Letters,* 2015, vol. 10, no. 12, pp. 125005.
19. Tchebakova N. M., Parfenova E. I., Korets M. A., et al. Potential change in forest types and stand heights in central Siberia in a warming climate. In: *Environmental Research Letters*, 2016, vol. 11, no. 3, p. 035016.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Решоткин Олег Владимирович – кандидат биологических наук, научный сотрудник лаборатории экологии и генезиса почв Института физико-химических и биологических проблем почвоведения, Пущинский научный центр биологических исследований РАН; e-mail: reshotkin@rambler.ru

Алябина Ирина Олеговна – доктор биологических наук, профессор кафедры географии почв факультета почвоведения, Московский государственный университет имени М. В. Ломоносова; e-mail: alyabina@yandex.ru

Худяков Олег Иванович – доктор биологических наук, ведущий научный сотрудник лаборатории экологии и генезиса почв Института физико-химических и биологических проблем почвоведения, Пущинский научный центр биологических исследований РАН; e-mail: oix@rambler.ru

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Oleg V. Reshotkin – PhD (Biology), Researcher, Laboratory of Soil Ecology and Genesis, Institute of Physicochemical and Biological Problems of Soil Science, Russian Academy of Sciences; e-mail: reshotkin@rambler.ru

Irina O. Alyabina – Dr. Sci. (Biology), Prof., Department of Soil Geography, Faculty of Soil Science, Lomonosov Moscow State University; e-mail: alyabina@yandex.ru

Oleg I. Khudyakov – Dr. Sci. (Biology), Leading Researcher, Laboratory of Soil Ecology and Genesis, Institute of Physicochemical and Biological Problems of Soil Science, Russian Academy of Sciences; e-mail: oix@rambler.ru

ПРАВИЛЬНАЯ ССЫЛКА НА СТАТЬЮ

Решоткин О. В., Алябина И. О., Худяков О. И. Изменение атмосферного и почвенного климата Западной Сибири в условиях глобального потепления // Географическая среда и живые системы. 2023. № 3. С. 6–25.
DOI: 10.18384/2712-7621-2023-3-6-25

FOR CITATION

Reshotkin O. V., Alyabina I. O., Khudyakov O. I. Changes in the atmospheric and soil climate of Western Siberia under conditions of global warming. In: *Geographical Environment and Living Systems*, 2023, no. 3, pp. 6–25.
DOI: 10.18384/2712-7621-2023-3-6-25

УДК 504.064
DOI: 10.18384/2712-7621-2023-3-26-43

ПРОСТРАНСТВЕННО-ВРЕМЕННАЯ ДИНАМИКА СТОКА ОРГАНИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ НА ЗАМЫКАЮЩИХ СТВОРАХ КРУПНЫХ РЕК СИБИРИ

Решетняк О. С.[1,2], Коваленко А. А.[1,2]

[1] *Гидрохимический институт Федеральной службы по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды, 344090, г. Ростов-на-Дону, пр. Стачки, д. 198, Российская Федерация; e-mail: olgare1@mail.ru*

[2] *Южный федеральный университет, 344006, г. Ростов-на-Дону, ул. Б. Садовая,д. 105/42, Российская Федерация; e-mail: arinaa.kov@gmail.com*

Поступила в редакцию 14.02.2023
После доработки 07.06.2023
Принята к публикации 09.07.2023

Аннотация

Цель. Оценить многолетнюю динамику стока органических веществ (ОВ) и уровень суммарной нагрузки по стоку ОВ на устьевых участках крупных рек Сибири.

Процедура и методы. Для расчёта химического стока использована многолетняя гидрологическая и гидрохимическая информация за период с 1990 по 2020 гг. Рассмотрена динамика стока ОВ (в т. ч. и нефтепродуктов), а также проведена сравнительная оценка стока ОВ по удельной характеристике – модулю химического стока для устьевых участков таких рек, как Обь, Пур, Таз, Надым, Енисей, Анабар, Лена, Яна, Индигирка и Колыма.

Результаты. Показано, что наибольшие значения стока растворённых ОВ характерны для наиболее полноводных рек: Оби, Енисея, Лены, а наименьшие – для рек с невысоким водным стоком. По удельному показателю – по модулю химического стока – наибольшие значения стока легкоокисляемых ОВ фиксируются для рек Пур, Таз, Анабар и Колымы, а наибольшие значения стока трудноокисляемых ОВ и нефтепродуктов – для рек бассейна Карского моря. На основе корреляционного анализа выявлено статистически значимое возрастание стока трудноокисляемых ОВ на устьевых участках рек Оби, Пур, Енисея, Анабар, Яны и Индигирки и тренд снижения стока нефтепродуктов на участках рек Обь, Надым, Таз, Лены и Колымы. Установлено, что наименьшую суммарную нагрузку по стоку ОВ испытывают низовья рек восточной части Сибири, среднюю и высокую – устьевые участки рек бассейна Карского моря.

Теоретическая и/или практическая значимость. Результаты исследования могут быть использованы для оценки изменчивости антропогенной нагрузки на устьевые участки рек арктической зоны России и возможного влияния речного стока на гидрохимический режим устьевых экосистем арктических рек и прибрежных морских акваторий.

Ключевые слова: устьевые участки рек Сибири, сток органических веществ, модуль химического стока, тенденции, уровень нагрузки

© CC BY Решетняк О. С., Коваленко А. А., 2023.

Благодарности: Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 18-05-60165 (расчёт химического стока) и в рамках госзадания Плана НИТР Росгидромета на 2020–2024 тема 4.2 (оценка трендов и сравнительная оценка химического стока).

LONG-TERM TRENDS OF ORGANIC MATTER RUNOFF FROM LARGE SIBERIAN RIVERS WATERSHEDS

O. Reshetnyak[1,2], A. Kovalenko[1,2]

[1] *Hydrochemical Institute of Federal Service for Hydrometeorology and Environmental Monitoring, pr. Stachki 198, Rostov-on-Don 344090, Russian Federation; e-mail: olgare1@mail.ru*

[2] *Southern Federal University, ul. B Sadovaya 105/42 Rostov-on-Don 344006, Russian Federation; e-mail: arinaa.kov@gmail.com*

Received 14.02.2023
Revised 21.08.2023
Accepted 05.09.2023

Abstract

Aim. To evaluate the dynamics and load level of dissolved organic matter (DOM) runoff in the river-mouth sections of large Siberian rivers.

Methodology. To calculate the values of chemical runoff, long-term hydrological and hydrochemical information for the period from 1990 to 2020 were used. The dynamics of the organic matter (OM) runoff (including oil products) is considered. A comparative assessment of the runoff of DOM was carried out according to the specific characteristic – the module of chemical runoff – for the mouth sections of such rivers as the Ob, the Pur, the Taz, the Nadym, the Yenisei, the Anabar, the Lena, the Yana, the Indigirka and the Kolyma.

Results. It is shown that the largest values of DOM runoff are typical for the most full-flowing rivers (the Ob, the Yenisei, and the Lena rivers), while the smallest volumes are typical for rivers with a low water runoff. According to such a specific characteristic as the modulus of chemical runoff, the highest runoff values of easily oxidizable OM are recorded for the Pur, the Taz, the Anabar, and the Kolyma rivers, and the highest values of the runoff of hardly oxidizable OM and oil products are recorded for the rivers of the Kara Sea basin.

Correlation analysis revealed a statistically significant increase in the runoff of hard-to-oxidize OM in the mouth areas of such rivers as the Ob, the Pur, the Yenisei, the Anabar, the Yana, and the Indigirka. A declining trend of the oil products runoff was identified in the sections of the Ob, the Nadym, the Taz, the Lena and the Kolyma rivers.

It has been established that the lower reaches of the Eastern Siberia rivers incur the least total load of the OM runoff and the river-mouth sections of the Kara Sea basin incur the average and high load.

Research implications. Results and obtained data could be used to assess the variability of anthropogenic load and water quality in the mouths sections of the rivers. Also, the findings can be used to study the possible impact of river runoff on the hydrochemical regime of Arctic rivers-mouth ecosystems and coastal marine areas.

Keywords: mouth sections of the Siberian rivers, dissolved organic matter runoff, runoff chemical modulus, trends, load level

Acknowledgments: The research was carried out with the financial support of the Russian Foundation for Basic Research as the part of a scientific project no. 18-05-60165 (the calculation of chemical runoff values) and as the part of the state task of Plan of Roshydromet for 2020–2024, topic 4.2 (the evaluation of trends and comparative assessment of chemical runoff).

Введение

Поступление химических веществ с речным стоком с водосборов крупных рек Сибири – один из важнейших факторов формирования гидрохимического режима низовий рек и их устьевых областей. Сток органических веществ формируется под влиянием природных и антропогенных факторов и во многом зависит от изменчивости водного стока. Крупные реки Сибири формируют химический сток с огромных водосборных площадей, и большая часть растворённых веществ транспортируется вниз по течению на устьевые участки [2; 10]. Для одних рек ведущим фактором формирования стока органических веществ может являться природный фактор (водный сток), а для других – антропогенный.

Вместе с тем поступление загрязняющих веществ, в т. ч. стойких органических соединений, может быть обусловлено атмосферным переносом в арктическую зону России из других регионов, что будет усиливать нагрузку на экосистемы и окружающую среду в целом, особенно в условиях климатических изменений [2].

Изменение климата прямо или косвенно оказывает воздействие на пресноводные речные экосистемы. Особенно важным в этом плане является рост температуры воды и количества осадков, таяние вечной мерзлоты, изменение сроков и интенсивности стока рек, возрастание потока растворённых и взвешенных веществ [8].

В настоящее время потепление в сибирском секторе Арктики вызывает интенсивные изменения, которые отражаются в количестве атмосферных осадков и запасах подземных вод, что в итоге влияет и на сток рек в Северный Ледовитый океан [16]. Изменение речного стока, а также изменение температуры и биогеохимических свойств речной воды могут значительно повлиять на состояние прибрежных морских экосистем и на воды Северного Ледовитого океана в целом. Так, например, увеличение выноса с речными водами органических веществ в арктические моря приводит к более сильному поглощению солнечного света и увеличению потока тепла, что в свою очередь может способствовать уменьшению количества морского льда [17].

В то время как твёрдые частицы в основном осаждаются в устьях и на шельфах, растворённое органическое вещество выносится в прибрежные воды арктических морей, и примерно 50% переносятся далее в Атлантический океан [15].

Дополнительное поступление органических веществ в устьевые экосистемы рек и прибрежные акватории морей может стать причиной развития процессов эвтрофирования в тёплый вегетационный период и усиления вероятности органического загрязнения водных экосистем [7].

В таком контексте изучение динамики стока органических веществ арктическими реками является актуальным не только в региональном, но и в глобальном масштабе.

Анализ динамики стока органических веществ на замыкающих створах крупных рек Сибири

Как известно, сток растворённых веществ – это выносимое реками с какой-либо территории в течение года количество неорганических и органических веществ, находящихся в ионно-молекулярном и коллоидном состоянии. Сток растворённых веществ состоит из таких компонентов, как главные ионы, соединения металлов, биогенные вещества и органические вещества (ОВ)[1].

Оценка динамики стока органических веществ с водосборов крупных рек Сибири выполнена по нижнему (замыкающему водосбор) створу по руслу реки (рис. 1). Для расчёта химического стока использованы гидрологические данные: расход воды ($м^3/с$) или водный сток ($км^3$) в год и массовые концентрации ОВ (гидрохимические данные) за период с 1990 по 2020 гг. Рассмотрена динамика стока легкоокисляемых (ЛОВ) и труднокисляемых органических веществ (ТОВ), в т. ч. и нефтепродуктов, условно оцениваемых по интегральным показателям содер-

[1] Никаноров А. М. Гидрохимия: учебник. Ростов-на-Дону: НОК, 2008. 461 с.

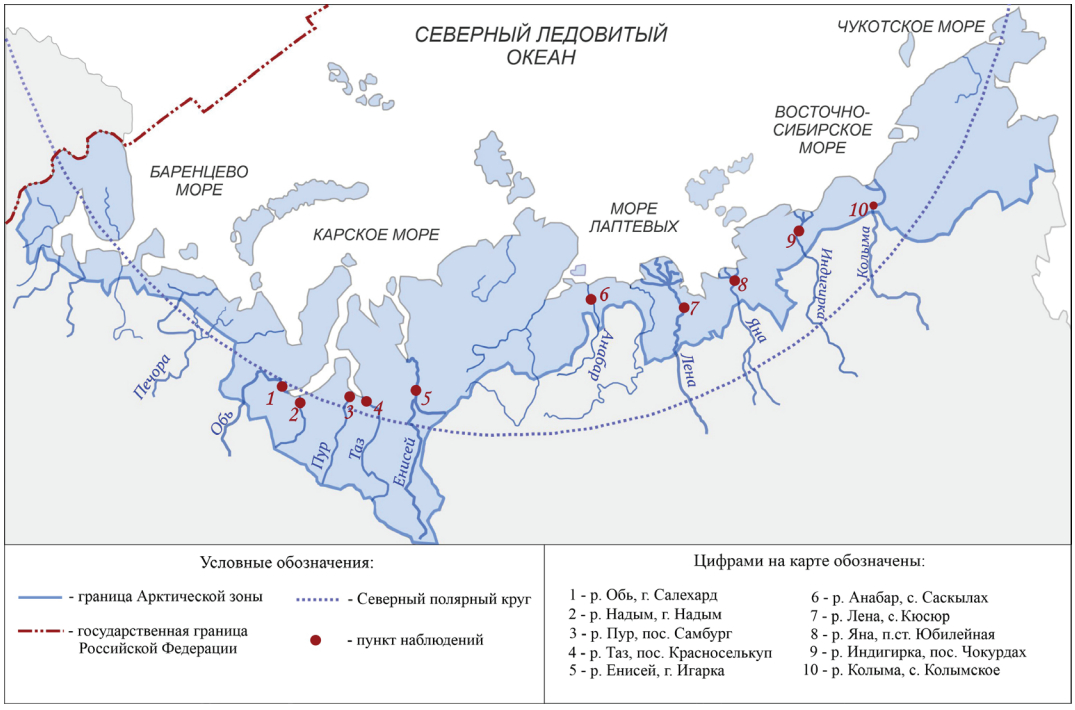


Рис. 1 / Fig. 1. Картосхема расположения замыкающих створов крупных рек Сибири / A outlets location map of large Siberian rivers

Источник: составлено авторами

жания ОВ, для устьевых участков рек Оби, Пур, Таз, Надыма, Енисея, Анабар, Лены, Яны, Индигирки и Колымы.

Содержание ЛОВ условно определяется по показателю $БПК_5$ воды (биохимическое потребление кислорода в воде за 5 суток); содержание ТОВ – по показателю ХП (химическое потребление кислорода в воде).

Состав ОВ в природных водах чрезвычайно разнообразен. Это и весьма сложные высокомолекулярные соединения типа белков и полисахаридов, разнообразные нефтяные углеводороды, смолы и др., относящиеся к ТОВ, и более простые – метан, формальдегид, низшие спирты, летучие фенолы и др. – типичные ЛОВ. В поверхностных водах ОВ появляются в результате многообразных по своей природе и скорости процессов: жизнедеятельность и отмирание гидробионтов, поступление с атмосферными осадками, с поверхностным стоком, из других объектов (болот, торфяников), а также с промышленными и хозяйственно-бытовыми сточными водами, с дренажными водами с орошаемых сельскохозяйственных территорий[1].

Расчёт химического стока (G, тыс. т) ОВ на замыкающих створах исследуемых рек за каждый год исследуемого периода выполнен прямым методом по формуле [2; 10]:

$$G = \overline{C_в} * W,$$

где:

$\overline{C_в}$ – среднегодовая концентрация органических веществ (ЛОВ, ТОВ или нефтепродуктов) в рассматриваемом створе реки, мг/дм^3,

W – водный сток за год, км^3.

Исследуемые реки отличаются друг от друга по длине и площади водосбора, поэтому для сравнения химического стока целесообразно использовать удельный показатель – модуль химического стока (отношение значения химического стока к площади водосбора, тонн/(км^2/год)) [2; 13].

Для выявления статистически значимой многолетней динамики стока растворённых веществ использован метод корреляционного анализа и рассчитан коэффициент корреляции Кендалла, характеризующий меру линейной связи между датой и значением химического стока [11; 12].

Оценка уровня нагрузки по стоку ОВ на устьевые участки крупных рек Сибири проводилась на основе широко используемого в эколого-географических исследованиях балльного подхода.

По среднемноголетним значениям модулей стока ЛОВ, ТОВ и нефтепродуктов всех исследуемых участков рек составлен диапазон значений по каждому показателю: модуль стока ЛОВ изменялся от 0,28 до 0,63 тонн/(км^2/год), модуль стока ТОВ – от 2,26 до 6,49 тонн/(км^2/год) и модуль стока нефтепродуктов – от 0,003 до 0,133 тонн/(км^2/год).

Эти данные были ранжированы и разделены на 3 равных интервала, соответствующие низкому (1 балл), среднему (2 балла) и высокому (3 балла) уровню нагрузки по стоку соответствующего компонента (*табл. 1*).

Далее проводится балльная оценка нагрузки по стоку ОВ по каждому компоненту, присваиваются баллы. Для общей оценки нагрузки по стоку ОВ проводится расчёт среднего балла, и округлённые до целых чисел результаты (итоговые баллы) позволяют

[1] Зенин А. А., Белоусова Н. В. Гидрохимический словарь. Л.: Гидрометеоиздат, 1988. 239 с.

Таблица 1 / Table 1

Шкала балльной оценки нагрузки по стоку органических веществ (на примере крупных рек Сибири) / The load level scoring scale of the organic substances runoff (on the example of the large Siberian rivers)

Уровень нагрузки	Модуль стока ЛОВ		Модуль стока ТОВ		Модуль стока нефтепродуктов		Итоговая оценка (средний балл)
	значения, тонн км^2/год	балл	значения, тонн км^2/год	балл	значения, тонн км^2/год	балл	
Низкий	0,23–0,49	1	3,11–5,80	1	0,004–0,076	1	1
Средний	0,50–0,75	2	5,81–8,48	2	0,077–0,149	2	2
Высокий	0,76–1,01	3	8,49–11,2	3	0,150–0220	3	3

Источник: составлено авторами

оценить уровень нагрузки по стоку ОВ как: низкий – 1 балл, средний – 2 балла или высокий – 3 балла.

Таким образом, для исследуемых рек Сибири может быть выполнена условная оценка нагрузки по стоку ОВ на устьевой участок.

Изменчивость химического стока арктических рек в многолетнем аспекте служит индикатором возможных климатических изменений в регионе. Взаимосвязь водного речного и химического стока используется для изучения других природных процессов в Арктике, таких, как: изменение состава вод устьевых областей и морских прибрежных акваторий [6], трансформация стока веществ в маргинальных фильтрах устьев рек, изменение зон опреснения и др.

Определяющим фактором в изменчивости химического стока является водный сток [2; 6; 10]. Чем он больше, тем, соответственно, большее количество растворённых веществ может быть вынесено рекой.

В данной работе рассматривается одна из составляющих стока растворённых химических веществ – сток органических веществ.

Многолетний сток ОВ на замыкающих створах крупных рек Сибири

Сток ОВ с водосборов крупных рек Сибири происходит в акватории трёх морей: Карского моря, моря Лаптевых и Восточно-Сибирского моря. Среднегодовой суммарный сток ОВ (за период 1981–2000 гг.) с водосборов крупных рек составил порядка 24 667 тыс. тонн в бассейне Карского моря, 11 787 тыс. тонн – в бассейне моря Лаптевых и 2 240 тыс. тонн – в бассейне Восточно-Сибирского моря (без учёта стока нефтепродуктов) [3]. При этом антропогенная составляющая стока ОВ с водосборов бассейна Карского моря составляла в среднем от 9% (р. Енисей) до 54% (р. Пур), а в бассейне рек Восточно-Сибирского моря она была отрицательной, что «характерно для малоосвоенных территорий водосборных бассейнов рек, где техногенная компонента стока веществ не сформирована» [3].

Таблица 2 / Table 2

Многолетний сток органических веществ на замыкающих створах крупных рек Сибири (1990–2020 гг.) / Long-term organic matter runoff in the mouth sections of the large Siberian rivers (1990–2020)

№	Река	Пункт наблюдений	W*, км^3	G, тыс. тонн		
				ЛОВ	ТОВ	Нефтепродукты
Бассейн Карского моря						
1	Обь	г. Салехард	418,1	357–1707**	6097–16257	1,5–626
				679	11019	208
2	Надым	г. Надым	11,9	мало данных	150–464	0,3–19,0
					266	6,9
3	Пур	пос. Самбург	28,4	мало данных	150–1335	0,8–36,5
					669	14,9
4	Таз	пос. Красно-селькуп	31,4	26–156	331–2412	0,4–44,2
				88,0	974	19,3
5	Енисей	г. Игарка	605,6	363–1688	9770–19691	48,4–441
				734	13630	205
Бассейн моря Лаптевых						
6	Анабар	с. Саскылах	25,0	12–128	279–937	0,1–1,0
				62	599	0,5
7	Лена	с. Кюсюр	480,1	220–1718	2074–16780	2,8–103
				1008	8352	36,8
8	Яна	п. ст. Юбилейная	36,8	21–178	416–982	0,4–6,8
				74	697	2,6
Бассейн Восточно-Сибирского моря						
9	Индигирка	пос. Чокурдах	56,5	69–171	632–2106	0,5–4,4
				110	1169	1,2
10	Колыма	с. Колымское	105,2	118–474	467–2618	0,9–21,6
				303	1544	4,7

*среднемноголетний водный сток в устье (1990–2020 гг.);
**в числителе представлен диапазон значений, в знаменателе – среднемноголетнее значение химического стока.

Источник: составлено авторами по многолетним данным Росгидромета

В *таблице 2* представлены диапазоны и среднемноголетние значения, характеризующие многолетний сток ОВ с водосборов крупных рек Сибири. Наблюдается значительная изменчивость стока ОВ по абсолютным значениям. Среднемноголетние значения стока ОВ варьируют: по ЛОВ – от 62 тыс. тонн (р. Анабар) до 1 008 тыс. тонн (р. Лена); по ТОВ – от 266 тыс. тонн (р. Надым) до 13 630 тыс. тонн (р. Енисей); по нефтепродуктам – от 0,5 тыс. тонн (р. Анабар) до 205–208 тыс. тонн (реки Енисей, Обь).

Как и следовало ожидать, наибольшие величины стока растворённых органических веществ характерны для

Таблица 3 / Table 3

Среднемноголетние значения модулей стока органических веществ на замыкающих створах крупных рек Сибири (1990–2020 гг.) / Long-term average values of organic matter runoff modules in the mouth sections of the large Siberian rivers (1990–2020)

Река	Пункт наблюдений	Площадь водосбора, тыс.км	Модуль стока, тонн/(км^2 · год)		
			ЛОВ	ТОВ	нефтепродукты
Бассейн Карского моря					
Обь	г. Салехард	2 950	0,23	3,74	0,071
Надым	г. Надым	48	м.д.	5,53	0,144
Пур	пос. Самбург	95,1	м.д.	7,03	0,156
Таз	пос. Красноселькуп	87,2	1,01	11,2	0,220
Енисей	г. Игарка	2 440	0,30	5,59	0,084
Бассейн моря Лаптевых					
Анабар	с. Саскылах	78,8	0,79	7,60	0,006
Лена	с. Кюсюр	2 430	0,41	3,44	0,015
Бассейн Восточно-Сибирского моря					
Яна	п. ст. Юбилейная	224	0,33	3,11	0,011
Индигирка	пос. Чокурдах	322	0,34	3,63	0,004
Колыма	с. Колымское	413	0,73	3,52	0,011

Источник: составлено авторами по многолетним данным Росгидромета

наиболее полноводных рек арктической зоны России.

Среднемноголетние значения модулей стока ОВ на замыкающих створах исследуемых рек представлены в *таблице 3*. В целом наибольшие значения модуля стока ЛОВ характерны для рек Таз, Анабар и Колымы, стока ТОВ и нефтепродуктов – для всех исследуемых рек бассейна Карского моря и р. Анабар по стоку ТОВ. Именно для этих рек будет формироваться высокая нагрузка на устьевой участок за счёт стока органических веществ с водосборных площадей рек.

Динамика стока ОВ на замыкающих створах крупных рек Сибири

Как известно, динамика стока растворённых химических веществ отражает все естественные и антропогенные факторы формирования стока воды и химического состава речных вод на водосборах. Межгодовая изменчивость химического стока даёт интегральное представление о роли хозяйственной деятельности на водосборных территориях и может быть использована при решении ряда прикладных вопросов [6].

Химический сток рек – важнейшая геохимическая характеристика, описывающая эрозионные и аккумулятивные процессы на земной поверхности. Он количественно характеризует основную расходную часть солевого баланса бассейна реки, эрозию почв и пород, процессы выветривания, карстообразования, засоления территории[1].

[1] Никаноров А. М. Гидрохимия: учебник. Ростов-на-Дону: НОК, 2008. 461 с.

В естественных условиях наблюдается тесная взаимосвязь между химическим и водным стоками и признаком антропогенного влияния и усиления хозяйственной деятельности на водосборе будет нарушение этой зависимости [5]. По многолетней изменчивости стока растворённых веществ можно косвенно судить об интенсивности химической денудации в бассейне [1]. Пространственно-временная изменчивость химического стока в таких крупных речных бассейнах, как Лена, значительно влияет на химический состав, степень загрязнённости и качество воды в частных конечных бассейнах стока [4].

Основная направленность тенденций в динамике модулей стока ОВ для устьевых участков исследуемых рек оценена по результатам расчёта коэффициента корреляции Кендалла (*табл. 4*).

В динамике модулей стока ЛОВ нет общих однонаправленных тенденций в пределах исследуемых бассейнов рек. Статистически подтверждено снижение стока ЛОВ на устьевых участках рек Яна и Индигирка и тенденция возрастания за многолетний период для рек Оби и Колымы.

Таблица 4 / Table 4

Значения коэффициентов корреляции Кендалла, характеризующих тенденции изменения модулей стока органических веществ на замыкающих створах крупных рек Сибири (1990–2020 гг.) / The Kendall correlation coefficient values characterizing the organic matter runoff temporal trends in the mouth sections of large Siberian rivers, 1990–2020

Река	Пункт наблюдений	Коэффициент корреляции для		
		ЛОВ	ТОВ	нефтепродуктов
Бассейн Карского моря				
Обь	г. Салехард	0,32	0,28	– 0,54
Надым	г. Надым	м.д.	–	– 0,53
Пур	пос. Самбург	м.д.	0,44	–
Таз	пос. Красноселькуп	–	–	– 0,37
Енисей	г. Игарка	–	0,26	–
Бассейн моря Лаптевых				
Анабар	с. Саскылах	–	0,26	–
Лена	с. Кюсюр	–	– 0,33	– 0,32
Бассейн Восточно-Сибирского моря				
Яна	п. ст. Юбилейная	– 0,39	0,30	–
Индигирка	пос. Чокурдах	– 0,49	0,36	–
Колыма	с. Колымское	0,46	–	– 0,61

Статистически значимые тенденции (при p<0,05 и выше):
зелёный – убывающая тенденция;
розовый – возрастающая тенденция;
прочерк – отсутствие статистически значимого тренда;
м.д. – мало данных для оценки тенденции.

Источник: составлено авторами

Выявлены статистически достоверные тенденции снижения стока нефтепродуктов для половины исследуемых участков рек. Данная связь характеризуется как *сильная* для рек Оби, Надым и Колымы или как *связь умеренной силы* – для рек Таз и Лены. Такое одновременное снижение стока нефтепродуктов на значительной территории может быть обусловлено как уменьшением общей антропогенной нагрузки, так и за счёт увеличения ресурсов поверхностных вод (водного стока рек на территории Сибири) за счёт увеличения атмосферных осадков, оттаивания мёрзлых пород и уменьшения ледового покрова рек [14] и, как следствие, за счёт усиления разбавляющей способности рек.

В случае модулей стока ТОВ, напротив, наблюдается статистически значимое возрастание умеренной силы для большинства исследуемых рек (Оби, Пур, Енисея, Анабар, Яны и Индигирки). Статистически значимое снижение модулей стока ТОВ характерно только на устьевом участке р. Лены ($r = -0{,}33$).

На рисунке 2 продемонстрирован статистически значимый тренд снижения стока нефтепродуктов на устьевых участках рек Оби и Лены (коэффициенты корреляции соответственно равны ($r = -0{,}54$) и ($r = -0{,}32$), что подтверждает зависимость сильной и умеренной силы).

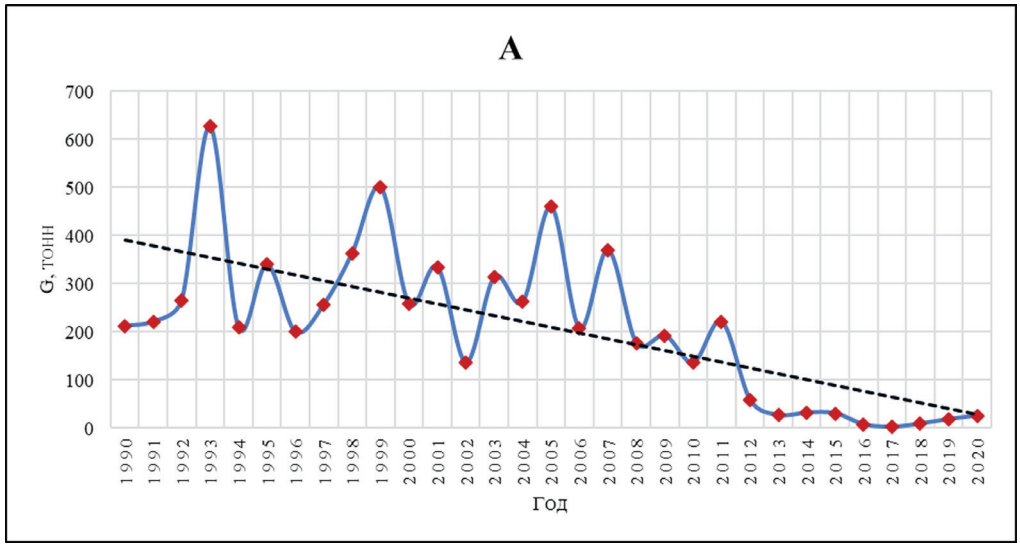
На рисунке 3 представлены статистически значимые тенденции снижения стока ТОВ на замыкающем створе р. Лена и роста содержания ТОВ на устьевом участке р. Яна (коэффициенты корреляции соответственно равны ($r = -0{,}33$) и ($r = +0{,}30$), что указывает на связь умеренной силы).

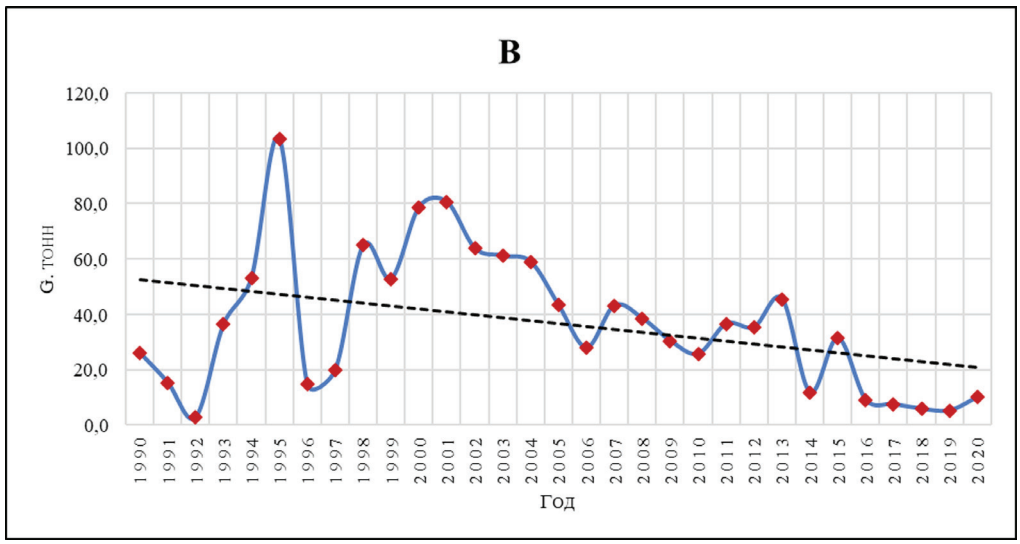
Одним из значимых факторов возрастающего тренда стока ТОВ является усиление процессов протаивания многолетнемёрзлых пород, вымывания органических веществ (в т. ч. гумусовых) из верхних почвенных горизонтов и других явлений, активизация которых происходит в связи с климатическими изменениями на водосборах арктических рек [12; 16]. Тенденция снижения стока ТОВ для р. Лены выделяется на фоне возрастания стока ТОВ для большинства исследуемых рек и требует дополнительного исследования.

Оценка уровня антропогенной нагрузки на устьевые участки рек Сибири по стоку ОВ

Антропогенная нагрузка на устьевые области рек Сибири обуславливается поступлением химических веществ с речным стоком. Оценку антропогенной нагрузки целесообразно проводить по модулю стока химических веществ в замыкающем створе, отражающем суммарный эффект речного переноса и трансформации химического состава воды по длине реки [13].

Результаты балльной оценки уровня нагрузки по стоку органических веществ на устьевые участки исследуемых рек Сибири представлены в *таблице 5*. Для исследуемых рек бассейна Карского моря нагрузка по стоку ОВ меняется от низкой (для полноводных рек Оби и Енисея) до высокой (для рек Пур и Таз). Для рек Восточной Сибири нагрузка оценена как низкая, за исключением реки Анабар. Пространственное изменение общей нагрузки по стоку ОВ представлено на картосхеме (рис. 4).

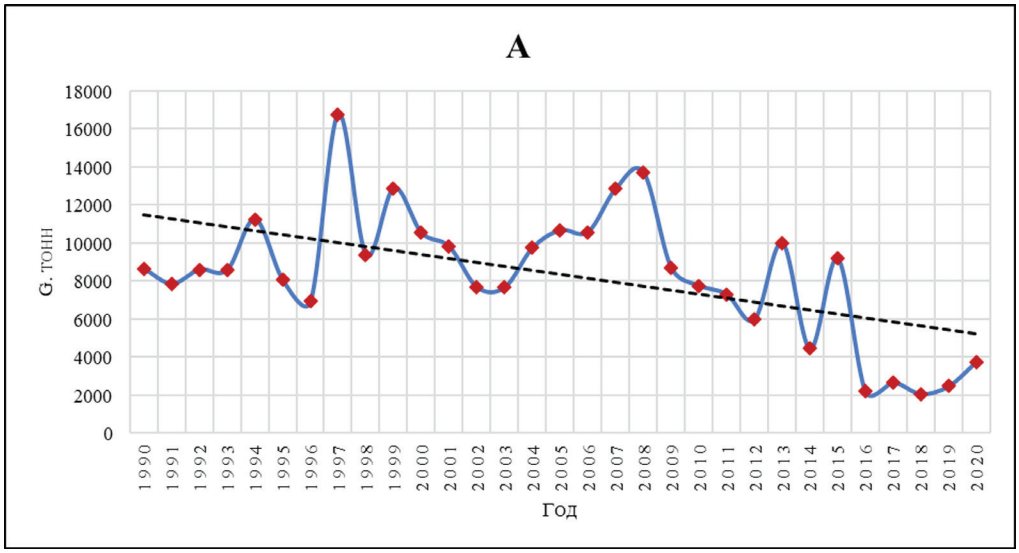


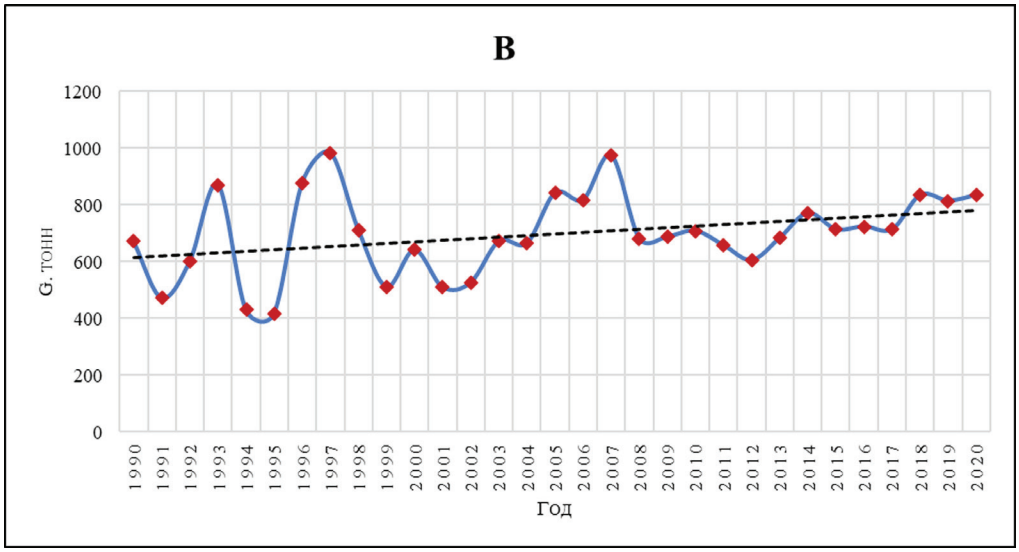


Условные обозначения:
A – р. Обь, г. Салехард; **B** – р. Лена, с. Кюсюр

Рис. 2 / Fig. 2. Тенденции стока нефтепродуктов на замыкающих створах отдельных рек Сибири / Trends in the oil products runoff in the mouth sections of the large Siberian rivers

Источник: составлено авторами





Условные обозначения:
A – р. Лена, с. Кюсюр; **B** – р. Яна, п.ст. Юбилейная

Рис. 3 / Fig. 3. Тенденции стока трудноокисляемых органических веществ на замыкающих створах отдельных рек Сибири / Trends in the runoff of hardly oxidizable organic substances in the mouth sections of the large Siberian rivers

Источник: составлено авторами

Таблица 5 / Table 5

Балльная оценка уровня нагрузки по стоку органических веществ на замыкающих створах крупных рек Сибири / Scoring of the load level by the organic matter runoff in the mouth sections of the large Siberian rivers

Река	Пункт наблюдений	Условный балл по модулю стока			Нагрузка по стоку ОВ	
		ЛОВ	ТОВ	НФ	средний балл	уровень
Бассейн Карского моря						
Обь	г. Салехард	1	1	1	1,0	низкий
Надым	г. Надым	–	1	2	1,5 => 2,0	средний
Пур	пос. Самбург	–	2	3	2,5 => 3,0	высокий
Таз	пос. Красноселькуп	3	3	3	3,0	высокий
Енисей	г. Игарка	1	1	2	1,3 => 1,0	низкий
Бассейн моря Лаптевых						
Анабар	с. Саскылах	3	2	1	2,0	средний
Лена	с. Кюсюр	1	1	1	1,0	низкий
Яна	п. ст. Юбилейная	1	1	1	1,0	низкий
Бассейн Восточно-Сибирского моря						
Индигирка	пос. Чокурдах	1	1	1	1,0	низкий
Колыма	с. Колымское	2	1	1	1,3 => 1,0	низкий

Источник: составлено авторами

По среднемноголетним значениям модуля стока ОВ наибольшую нагрузку испытывают низовья рек Пур и Таз, расположенные в наиболее техногенно напряжённом районе Западной Сибири – Надым-Пур-Тазовском междуречье, – которое является одним из крупнейших нефтедобывающих районов России.

В целом прослеживается снижение уровня нагрузки по стоку ОВ в направлении с запада на восток. Полученные результаты вполне согласуются с выполненной ранее оценкой уровня антропогенной нагрузки по модулям стока приоритетных химических веществ (азота аммонийного, ЛОВ и нефтепродуктов).

В частности, было установлено, что наименьшую антропогенную нагрузку испытывают устьевые участки рек Восточной Сибири, а более значительная антропогенная нагрузка характерна для устьев рек Западной Сибири (в силу бóльшей освоенности территории и, соответственно, более высокой техногенной составляющей). При этом в последние годы наблюдается снижение уровня антропогенной нагрузки для большинства рек арктической зоны России [9].

Заключение

Изучена многолетняя динамика стока органических веществ на замыкающих створах крупных рек бассейнов Карского моря, моря Лаптевых и Восточно-Сибирского моря и оценена нагрузка по стоку ОВ.

Результаты проведённого исследования позволили выделить следующие закономерности:

Рис. 4 / Fig. 4. Картосхема распределения уровня нагрузки на замыкающих створах крупных рек Сибири по стоку органических веществ / A map of the load level on the river mouth sections of the large Siberian rivers according to the runoff of organic matter

Источник: составлено авторами

1. наблюдается значительная пространственно-временная изменчивость стока ОВ. По абсолютным значениям наибольшие величины стока растворённых ОВ характерны для наиболее полноводных рек арктической зоны России. По удельному показателю – модулю химического стока – картина иная: наибольшие значения модуля стока ЛОВ характерны для рек Таз, Анабар и Колымы, модуля стока ТОВ – для рек Пур, Таз и Анабар, а по нефтепродуктам – для всех исследуемых рек бассейна Карского моря, кроме р. Обь;

2. оценка направленности тенденций изменения стока ОВ с использованием коэффициента корреляции Кендалла показала, что в динамике стока ЛОВ нет общих однонаправленных тенденций в пределах исследуемых бассейнов рек. Для стока ТОВ установлено статистически значимое возрастание модулей стока на устьевых участках рек Оби, Пур, Енисея, Анабар, Яны и Индигирки, в динамике стока нефтепродуктов выявлен статистически значимый тренд снижения для рек Оби, Надым, Таз, Лены и Колымы;

3. оценка уровня нагрузки по стоку ОВ на замыкающих створах крупных рек Сибири на основе балльного подхода показала, что для исследуемых

рек бассейна Карского моря нагрузка по стоку ОВ меняется от «низкой» до «высокой». Для рек Восточной Сибири нагрузка оценена как низкая, за исключением р. Анабар.

Стоит отметить, что в устьевых областях рек, по данным различных авторов, осаждается порядка 80–90% взвешенного и около 20–40% растворённого вещества, выносимого речным потоком. Поэтому данные о стоке органических веществ на замыкающих створах исследуемых рек могут использоваться только в первом приближении для оценки их выноса в прибрежные акватории арктических морей.

Полученные данные могут быть использованы также для оценки изменчивости антропогенной нагрузки по стоку химических веществ, качества воды на устьевых участках рек и возможного влияния речного стока на гидрохимический режим прибрежных морских акваторий арктических морей.

ЛИТЕРАТУРА

1. Изменение интенсивности химической денудации на водосборе Печоры в условиях нестационарного климата и хозяйственной деятельности / А. О. Даниленко, О. С. Решетняк, Л. С. Косменко, М. Ю. Кондакова // Вода и экология: проблемы и решения. 2020. № 4. С. 38–49.
2. Никаноров А. М., Иванов В. В., Брызгало В. А. Реки Российской Арктики в современных условиях антропогенного воздействия. Ростов-на-Дону: НОК, 2007. 280 с.
3. Никаноров А. М., Смирнов М. П., Клименко О. А. Многолетние тенденции общего и антропогенного выноса органических и биогенных веществ реками России в Арктические и Тихоокеанские моря // Водные ресурсы. 2010. Т. 37. № 3. С. 318–328.
4. Особенности химического состава и качества воды в бассейне реки Лена / Р. Г. Джамалов, О. С. Решетняк, К. Г. Власов, К. Г. Галагур, А. С. Оботуров, Т. И. Сафронова // Вода и экология: проблемы и решения. 2021. № 3. С. 33–43.
5. Предпосылки техногенной метаморфизации ионного состава воды р. Надым в условиях глобальных климатических изменений / А. О. Даниленко, Л. С. Косменко, О. С. Решетняк, М. Ю. Кондакова // Известия РАН. Серия Географическая. 2020. № 1. С. 127–137.
6. Решетняк О. С. Многолетняя изменчивость ионного стока крупных рек арктической зоны России // Известия вузов. Северо-Кавказский регион. Серия: Естественные науки. 2021. № 3. С. 80–86.
7. Решетняк О. С. Оценка уровня экологического риска в речных экосистемах арктической зоны России // Известия вузов. Северо-Кавказский регион. Естественные науки. 2020. № 3. С. 69–78.
8. Решетняк О. С. Трансформация речных экосистем Европейского Севера России в условиях антропогенного воздействия: дис. … канд. геогр. наук. Ростов-на-Дону, 2010. 178 с.
9. Решетняк О. С., Косменко Л. С., Коваленко А. А. Антропогенная нагрузка по модулю химического стока и качество воды на замыкающих створах рек арктической зоны России // Вестник Московского университета. Серия 5: География. 2022. № 3. С. 3–17.
10. Роль химического речного стока в антропогенной трансформации состояния водной среды Енисейской устьевой области / А. М. Никаноров, В. А. Брызгало, Л. С. Косменко, О. С. Решетняк // Водные ресурсы. 2010. Т. 37. № 4. С. 434–444.

11. Сток растворенных химических веществ для рек Западно- и Восточно-Сибирской частей Российской Арктики: пространственная неоднородность и основные тенденции многолетней изменчивости / М. Ю. Кондакова, А. О. Даниленко, О. С. Решетняк, Л. С. Косменко, А. А. Коваленко // Современные проблемы гидрохимии и мониторинга качества поверхностных вод: сб. статей. Ч. 1 / М. М. Трофимчук. Ростов-на-Дону, 2020. С. 70–74.
12. Тенденции изменчивости химического состава речных вод Западно-Сибирской части Арктической зоны России / О. С. Решетняк, А. О. Даниленко, Л. С. Косменко, М. Ю. Кондакова // Известия высших учебных заведений. Северо-Кавказский регион. Естественные науки. 2019. № 3. С. 70–79.
13. Устьевые экосистемы крупных рек России: антропогенная нагрузка и экологическое состояние / В. А. Брызгало, А. М. Никаноров, Л. С. Косменко, О. С. Решетняк. Ростов-на-Дону: Изд-во Южного федерального университета, 2015. 164 с.
14. Dzhamalov R. G., Safronova T. I. Effect of permafrost rocks on water resources formation in Eastern Siberia: case study of some rivers in Eastern Siberia // Water Resources. 2018. Vol. 45. № 4. P. 455–465.
15. Characteristics of colored dissolved organic matter (CDOM) in the Arctic outflow in the fram strait: assessing the changes and fate of terrigenous CDOM in the Arctic Ocean / M. A. Granskog, C. A. Stedmon, P. A. Dodd, R. M. W. Amon, A. K. Pavlov, L. de Steur, et al. // Journal of Geophysical Research: Oceans. 2012. Vol. 17. № 12. P. C12021.
16. Identifying Drivers of Seasonality in Lena River Biogeochemistry and Dissolved Organic Matter Fluxes / B. Juhls, C. A. Stedmon, A. Morgenstern, H. Meyer, J. Hцlemann, B. Heim, V. Povazhnyi, et al. // Frontiers in Environmental Science. 2020. Vol. 8. DOI: 10.3389/fenvs.2020.00053
17. Pegau W. S. Inherent optical properties of the central Arctic surface waters // Journal of Geophysical al Research. 2002. Vol. 107. № C10. P. 8035. DOI: 10.1029/2000jc000382

REFERENCES

1. Danilenko A. O., Reshetnyak O. S., Kosmenko L. S., Kondakova M. Yu. [Changes in the intensity of chemical denudation in the Pechora catchment under conditions of non-stationary climate and economic activity]. In: *Voda i ekologiya: problemy i resheniya* [Water and ecology: problems and solutions], 2020, no. 4, pp. 38–49.
2. Nikanorov A. M., Ivanov V. V., Bryzgalo V. A. *Reki Rossiyskoy Arktiki v sovremennykh usloviyakh antropogennogo vozdeystviya* [Rivers of the Russian Arctic under modern conditions of anthropogenic impact]. Rostov-on-Don, NOK Publ., 2007. 280 p.
3. Nikanorov A. M., Smirnov M. P., Klimenko O. A. [Long-term trends in the general and anthropogenic removal of organic and biogenic substances by Russian rivers into the Arctic and Pacific seas]. In: *Vodnyye resursy* [Water Resources], 2010, vol. 37, no. 3, pp. 318–328.
4. Dzhamalov R. G., Reshetnyak O. S., Vlasov K. G., Galagur K. G., Oboturov A. S., Safronova T. I. Features of the chemical composition and quality of water in the Lena River basin. In: *Osobennosti khimicheskogo sostava i kachestva vody v basseyne reki Lena* [Water and ecology: problems and solutions], 2021, no. 3, pp. 33–43.
5. Danilenko A. O., Kosmenko L. S., Reshetnyak O. S., Kondakova M. Yu. [Prerequisites for technogenic metamorphization of the ionic composition of the river water. Nadym in the context of global climate change]. In: *Izvestiya RAN. Seriya Geograficheskaya* [Izvestia RAS. Geographical series], 2020, no. 1, pp. 127–137.
6. Reshetnyak O. S. [Long-term variability of the ion flow of large rivers in the Arctic zone of Russia]. In: *Izvestiya vuzov. Severo-Kavkazskiy region. Seriya: Yestestvennyye nauki* [News of universities. North Caucasus region. Series: Natural Sciences], 2021, no. 3, pp. 80–86.

7. Reshetnyak O. S. [Assessment of the level of environmental risk in river ecosystems of the Arctic zone of Russia]. In: *Izvestiya vuzov. Severo-Kavkazskiy region. Yestestvennyye nauki* [News of universities. North Caucasus region. Natural Sciences], 2020, no. 3, pp. 69–78.
8. Reshetnyak O. S. *Transformatsiya rechnykh ekosistem Yevropeyskogo Severa Rossii v usloviyakh antropogennogo vozdeystviya : dis. … kand. geogr. nauk* [Transformation of river ecosystems of the European North of Russia under conditions of anthropogenic influence: Cand. Sci thesis in Geographical sciences.]. Rostov-on-Don, 2010. 178 p.
9. Reshetnyak O. S., Kosmenko L. S., Kovalenko A. A. [Anthropogenic load modulo chemical runoff and water quality at the outlet sections of rivers in the Arctic zone of Russia]. In: *Vestnik Moskovskogo universiteta. Seriya 5: Geografiya* [Bulletin of Moscow University. Episode 5: Geography], 2022, no. 3, pp. 3–17.
10. Nikanorov A. M., Bryzgalo V. A., Kosmenko L. S., Reshetnyak O. S. [The role of chemical river runoff in the anthropogenic transformation of the state of the aquatic environment of the Yenisei estuary region]. In: *Vodnyye resursy* [Water Resources], 2010, vol. 37, no. 4, pp. 434–444.
11. Kondakova M. Yu., Danilenko A. O., Reshetnyak O. S., Kosmenko L. S., Kovalenko A. A. [Runoff of dissolved chemicals for rivers of the West and East Siberian parts of the Russian Arctic: spatial heterogeneity and main trends of long-term variability]. In: Trofimchuk M. M., ed. *Sovremennyye problemy gidrokhimii i Diptikhi kachestva poverkhnostnykh vod. Ch. 1* [Modern problems of hydrochemistry and monitoring of surface water quality. Part 1]. Rostov-on-Don, 2020, pp. 70–74.
12. Reshetnyak O. S., Danilenko A. O., Kosmenko L. S., Kondakova M. Yu. [Trends in the variability of the chemical composition of river waters in the West Siberian part of the Arctic zone of Russia]. In: *Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedeniy. Severo-Kavkazskiy region. Yestestvennyye nauki* [News of higher educational institutions. North Caucasus region. Natural Sciences], 2019, no. 3, pp. 70–79.
13. Bryzgalo V. A., Nikanorov A. M., Kosmenko L. S., Reshetnyak O. S. *Ustyevyye ekosistemy krupnykh rek Rossii: antropogennaya nagruzka i ekologicheskoye sostoyaniye* [Estuary ecosystems of large rivers in Russia: anthropogenic load and ecological state]. Rostov-on-Don, Izd-vo Yuzhnogo federalnogo universiteta Publ., 2015. 164 p.
14. Dzhamalov R. G., Safronova T. I. Effect of permafrost rocks on water resources formation in Eastern Siberia: case study of some rivers in Eastern Siberia. In: *Water Resources,* 2018, vol. 45, no. 4, pp. 455–465.
15. Granskog M. A., Stedmon C. A., Dodd P. A., Amon R. M. W., Pavlov A. K., de Steur L., et al. Characteristics of colored dissolved organic matter (CDOM) in the Arctic outflow in the fram strait: assessing the changes and fate of terrigenous CDOM in the Arctic Ocean. In: *Journal of Geophysical Research: Oceans,* 2012, vol. 17, no. 12, pp. C12021.
16. Juhls B., Stedmon C. A., Morgenstern A., Meyer H., Hцlemann J., Heim B., Povazhnyi V., et al. Identifying Drivers of Seasonality in Lena River Biogeochemistry and Dissolved Organic Matter Fluxes. In: *Frontiers in Environmental Science,* 2020, vol. 8. DOI: 10.3389/fenvs.2020.00053
17. Pegau W. S. Inherent optical properties of the central Arctic surface waters. In: *Journal of Geophysical al Research,* 2002, vol. 107, no. C10, pp. 8035. DOI: 10.1029/2000jc000382

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Решетняк Ольга Сергеевна – кандидат географических наук, старший научный сотрудник Гидрохимического института, Федеральная служба по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды; доцент Института наук о Земле, Южный федеральный университет;
e-mail: olgare1@mail.ru

Коваленко Арина Андреевна – лаборант-исследователь Гидрохимического института, Федеральная служба по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды; аспирант Института наук о Земле, Южный федеральный университет;
e-mail: arinaa.kov@gmail.com

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Olga S. Reshetnyak – PhD (Geography), Senior Researcher, Hydrochemical Institute, Federal Service for Hydrometeorology and Environmental Monitoring; Assoc. Prof., Institute of Earth Sciences, Southern Federal University;
e-mail: olgare1@mail.ru

Arina A. Kovalenko – Research laboratory assistant, Hydrochemical Institute, Federal Service for Hydrometeorology and Environmental Monitoring; Postgraduate student, Institute of Earth Sciences, Southern Federal University;
e-mail: arinaa.kov@gmail.com

ПРАВИЛЬНАЯ ССЫЛКА НА СТАТЬЮ

Решетняк О. С., Коваленко А. А. Пространственно-временная динамика стока органических веществ на замыкающих створах крупных рек Сибири // Географическая среда и живые системы. 2023. № 3. С. 26–43.
DOI: 10.18384/2712-7621-2023-3-26-43

FOR CITATION

Reshetnyak O. S., Kovalenko A. A. Long-term trends of organic matter runoff from large Siberian Rivers watersheds. In: *Geographical Environment and Living Systems*, 2023, no. 3, pp. 26–43.
DOI: 10.18384/2712-7621-2023-3-26-43

УДК 502.6:504.456
DOI: 10.18384/2712-7621-2023-3-44-58

РОЛЬ ПРИБРЕЖНЫХ ВОДНО-БОЛОТНЫХ УГОДИЙ В СМЯГЧЕНИИ ПОСЛЕДСТВИЙ ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА: ОБЗОР ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИХ ТРЕНДОВ

Рязанова Н. Е.[1], Солодунова А. А.[2], Арсланова А. И.[3]

[1] *Московский государственный институт международных отношений (университет) МИД Российской Федерации (МГИМО), 119454, г. Москва, пр-т Вернадского, д. 76, Российская Федерация; e-mail: n.riazanova@inno.mgimo.ru*

[2] *Московский государственный институт международных отношений (университет) МИД Российской Федерации (МГИМО), 119454, г. Москва, пр-т Вернадского, д. 76, Российская Федерация; e-mail: alyonasolodunova@gmail.com*

[2] *Московский государственный институт международных отношений (университет) МИД Российской Федерации (МГИМО), 119454, г. Москва, пр-т Вернадского, д. 76, Российская Федерация; e-mail: alina.arsi@yandex.ru*

Поступила в редакцию 10.04.2023
После доработки 11.09.2023
Принята к публикации 15.09.2023

Аннотация

Цель. Комплексный обзор литературных и научных данных и оценок вклада прибрежных экосистем в процессы смягчения последствий изменения климата.

Процедура и методы. Проведён систематический обзор. Поиск информации проводился в различных базах данных: Science Direct, Wiley, Taylor & Francis и др. Был использован метод поиска статей по ключевым словам. Поиск статей охватывал период с 2002 по 2022 гг. и был ограничен публикациями на английском языке.

Результаты. В период 2013–2022 гг. значительно возросло количество научных публикаций по оценке роли прибрежных водно-болотных угодий в смягчении последствий изменения климата. В публикациях большое внимание уделяется регулирующим и обеспечивающим экосистемным услугам. Отмечено перспективное направление регулирования запасов синего углерода, резервы которого сосредоточены в мангровых лесах.

Теоретическая и/или практическая значимость. Полученные выводы могут быть использованы для дальнейших систематических обзоров, для улучшения экономического и политического управления водно-болотных угодий.

Ключевые слова: водно-болотные угодья, восстановление водно-болотных угодий, изменение климата, мангровые заросли, синий углерод, смягчение последствий изменения климата, цели устойчивого развития, экосистемные услуги

© CC BY Рязанова Н. Е., Солодунова А. А., Арсланова А. И., 2023.

THE ROLE OF COASTAL WETLANDS IN CLIMATE CHANGE MITIGATION: A REVIEW OF RESEARCH TRENDS

N. Ryazanova, A. Solodunova, A. Arslanova

[1] *MGIMO University, pr-t Vernadskogo 76, Moscow 119454, Russian Federation; e-mail: n.riazanova@inno.mgimo.ru*

[2] *MGIMO University, pr-t Vernadskogo 76, Moscow 119454, Russian Federation; e-mail: alyonasolodunova@gmail.com*

[3] *MGIMO University, pr-t Vernadskogo 76, Moscow 119454, Russian Federation; e-mail: alina.arsi@yandex.ru*

Received 10.04.2023
Revised 11.09.2023
Accepted 15.09.2023

Abstract

Aim. A comprehensive review of literature and scientific data and assessments of the contribution of coastal ecosystems to climate change mitigation processes.

Methodology. A systematic review of information sources was conducted. Information was searched in various databases: Science Direct, Wiley, Taylor & Francis and others. The method of searching articles by keywords was used. The search for articles covered the period from 2002 to 2022 and was limited to publications in English.

Results. The number of scientific publications assessing the role of coastal wetlands in climate change mitigation increased significantly 2013–2022. The publications focus on regulating and supporting ecosystem services. The promising direction of regulating blue carbon stocks, whose reserves are concentrated in mangrove forests, is highlighted.

Research implications. The findings can be used for further systematic reviews, to improve economic and political management of wetlands.

Keywords: wetlands, wetlands restoration, climate change, mangroves, blue carbon, climate change mitigation, sustainable development goals, ecosystem services.

Введение

Прибрежные экосистемы (соляные марши, мангры, прибрежные заболоченные земли, коралловые рифы и атоллы), а также дельты рек – одни из важнейших элементов, способствующих снижению рисков при глобальных климатических изменениях [7; 10; 18]. Сегодня данные экосистемы представляют собой незаменимые буферные зоны. Прибрежные водно-болотные угодья являются одними из наиболее эффективных природных долгосрочных поглотителей углерода [1]. Тем не менее они также выделяют метан (CH_4), который может компенсировать поглощённый ими углерод [2; 3]. В работе проводится обзор существующих публикаций о роли прибрежных водно-болотных угодий в смягчении последствий современных изменений климата.

Актуальность исследования определяется, прежде всего, необходимостью адаптации к изменению климата и выявлении роли прибрежных водно-

болотных угодий в данном вопросе. Для решения этой задачи авторы провели систематизированный литературный обзор и анализ, сопоставляя имеющиеся на текущий момент исследования и публикации по данной тематике.

Исследуются не только то, как изменение климата влияет на жизнеспособность прибрежных водно-болотных угодий, но и как данные угодья оказывают смягчающий эффект на изменение климата. Отдельное внимание уделено способам экономического и политического управления территориями водно-болотных угодий.

Пробелы и неопределённость в обзоре литературы

Поиск литературы проводился в следующих базах данных: Wiley, Science Direct, Taylor & Francis, MDPI и др. Также во внимание были приняты публикации международных организаций.

Отобранные статьи прошли несколько этапов контроля качества, проводимого двумя авторами независимо друг от друга. Сначала были просмотрены заголовки (этап 1) и тезисы (этап 2). Был использован метод поиска по ключевым словам [14]. Если ни один из терминов *«wetland», «costal areas», «ecosystems services», «climate change», «climate change mitigation», «blue carbon»* или название экосистемы не фигурировали, публикация исключалась. Поиск приводился среди пубикаций на русском и английском языках, вышедших с 2002 по 2022 гг.

Были проанализированы более 600 научных статей и литературных источников, из которых были отобраны 35 наиболее релевантных. В этих работах авторы рассматривали и анализировали прибрежные водно-болотные угодья как механизм смягчения последствий изменения климата. Последний поиск проводился 21 апреля 2021 г. Результаты были изучены для устранения любых дубликатов.

В ходе отбора источников использовались ключевые слова: *coastal wetlands, ecosystem services, climate change mitigation, climate change, SDG 13, SDG 15*. Например, некоторые исследования конкретных типов прибрежных водно-болотных угодий (например, соляные марши и устья рек) с некоторыми экологическими функциями или конкретными услугами (например, глобальное смягчение климата), но без термина «водно-болотные угодья» или «экосистемные услуги» в названии или аннотации, или не включённые в вышеуказанные 2 базы данных, не могут быть эффективно найдены. Кроме того, в этом исследовании учитывались публикации только на английском языке. Ограниченность этой стратегии поиска может привести к некоторой неопределённости в целостности и репрезентативности аналитической литературы. Таким образом, стратегия поиска с учётом других конкретных типов прибрежных водно-болотных угодий и некоторых конкретных экосистемных услуг нуждается в дальнейшем расширении в будущих исследованиях.

При отборе статей было сделано следующее наблюдение: в период с 2013 по 2022 гг. значительно возросло количество научных публикаций по оценке роли прибрежных водно-болотных угодий в смягчении последствий изменения климата в таких базах данных, как IPCC, Wiley, Science Direct and

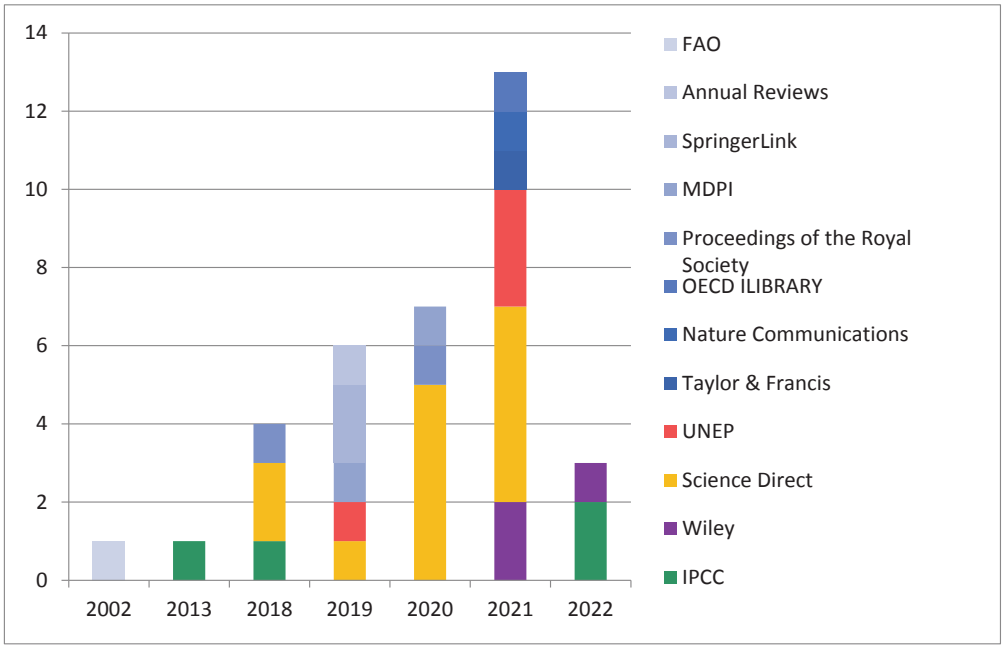


Рис. 1 / Fig. 1. Тенденция к увеличению количества публикаций / Publishing trend

Источник: составлено авторами

UNEP (рис. 1). Из всех отобранных статей 7 были опубликованы в 2020 г. (5 статей – на Science Direct) и 13 – в 2021 г.

Так, за 2021 г. большая доля (38%) статей представлена в базе данных Science Direct, 23% – в публикациях UNEP и 15% – на сайте издательства Wiley. Помимо этого, многие исследования являются комплексными и направлены не только на изучение адаптаций прибрежных водно-болотных угодий к изменению климата, но и на изучение механизмов смягчения климатических изменений. Всё большее внимание уделяется изучению вопросов восстановления прибрежных экосистем.

Помимо всего прочего, была отмечена редкая встречаемость обзорных статей, связанных с заявленной тематикой. Чаще исследователи концентрировались на влиянии изменения климата на прибрежные водные экосистемы и проводили оценку уязвимости прибрежных водно-болотных угодий [4]. В процессе отбора данные источники не фиксировались, т. к. в них практически не рассматривались вопросы смягчения последствий изменения климата. Другой проблемой стала сильная разрозненность исследований в географическом плане: сегодня изучением данной темы занимаются учёные многих стран мира, особенно имеющие выход к морю. В процессе отбора наблюдалась частая встречаемость изучения прибрежных водно-болотных угодий Китая и Северной Америки, затем были Индия и страны Средиземного моря. Так, на сегодняшний день существует достаточно большой пробел в данной области знаний, но, тем не менее, наблюдается тренд к

повышению степени заинтересованности проблематикой прибрежных водных экосистем и климатических изменений, что было выявлено в ходе проведённого исследования и литературного обзора.

Исследования водно-болотных угодий в основном касались мангровых лесов (26%). В целом, рассмотренные источники фокусировались либо на нескольких видах прибрежных водно-болотных угодий (прим. мангровые заросли, дельты рек, соляные марши), либо адаптировали разработанные ими модели и гипотезы к различным климатическим воздействиям на примере одного вида прибрежного водно-болотного угодья, в роли которого чаще всего выступали мангровые леса [15; 33].

Среди 35 отобранных публикаций, касающихся роли прибрежных водно-болотных угодий, 20 исследований в основном были направлены на структурирование и систематизацию имеющихся на сегодняшний день знаний о роли прибрежных водно-болотных угодий в вопросах смягчения последствий изменения климата (рис. 2).

29% публикаций содержали в своих заголовках термин «carbon». 14% всех отобранных публикаций и 62,5% публикаций, содержащих в названии термин «carbon», были посвящены рассмотрению роли синего углерода в вопросах смягчения последствий изменения климата. Остальные исследования были посвящены роли прибрежных водно-болотных угодий в вопросах депонирования углерода, смягчения и уменьшения углеродного следа и участия прибрежных водных экосистем в круговороте углерода.

Термин «*climate change*» встречался в заголовках 43% публикаций от общего числа. Большая часть исследований рассматривала 2 направления: влияние климатических изменений на функционирование и роль прибреж-

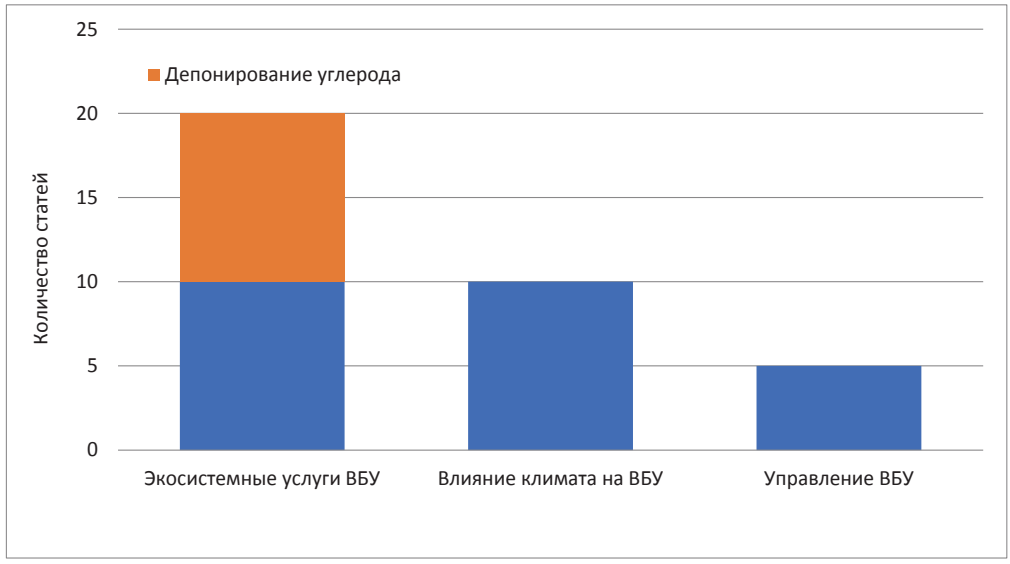


Рис. 2 / Fig. 2. Разбивка исследований по тематикам / Categorization of studies on topics

Источник: составлено авторами

ных водно-болотных угодий как одного из самых эффективных механизмов депонирования углерода и снижения рисков возникновения наводнений, потопов и береговой эрозии; функционирование прибрежных водно-болотных экосистем в условиях глобальных климатических изменений и влияние этих изменений на качество и количество предоставляемых прибрежными экосистемами экосистемных услуг.

31% рассмотренных публикаций был выполнен в виде обзора ранее проведённых исследований или систематического обзора литературных источников. Подобная статистика доказывает, что на сегодняшний день наблюдается положительный тренд в области обобщения и систематизации накопленных исследований в области изменения климата и роли прибрежных водно-болотных угодий [16]. Несмотря на рост публикаций подобного типа, стоит отметить, что их количество по-прежнему мало, а задачи и проблемы, которые ставятся авторами данных исследований, скорее, сконцентрированы на влиянии изменений климата на прибрежные экосистемы, а не на их роли в снижении рисков возникновения наводнений, потопов и прочих опасных явлений, возникающих ввиду климатических изменений. Можно сделать вывод о том, что названия и аннотации публикаций не соответствуют содержанию, а главные акценты смещены в сторону влияния климатических изменений на прибрежные водно-болотные экосистемы.

Исследовательские тренды

В ходе исследования были выделены несколько перспективных направлений, которые наиболее часто рассматривались исследователями в рамках заявленной темы (рис. 3).

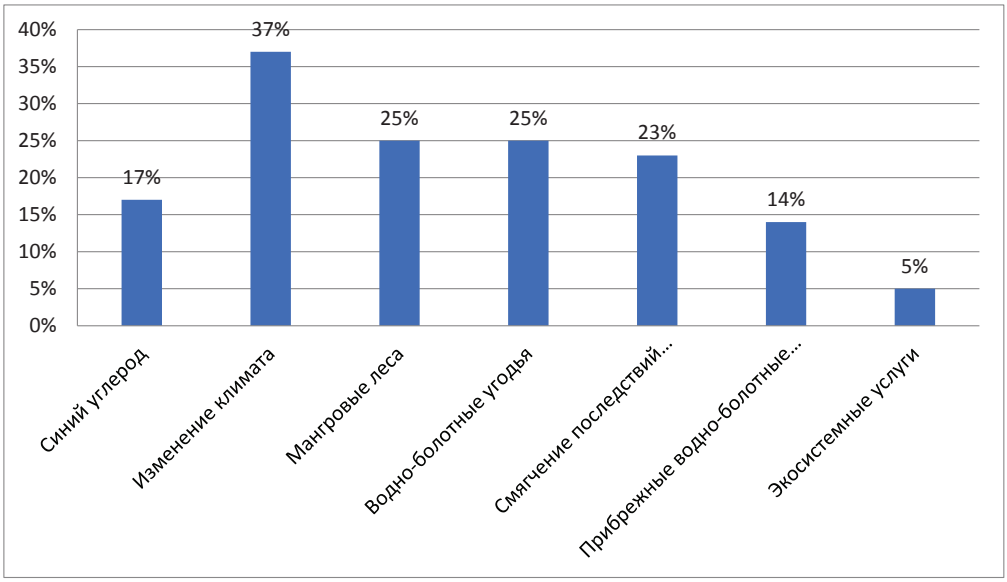


Рис. 3. / Fig. 3. Популярные термины в заголовках публикаций / Popular terms in publications titles

Источник: составлено авторами

Данный график описывает положительные тенденции увеличения числа публикаций на темы изменения климата, мангровые леса, водно-болотные угодья. Эти термины показали лучшие результаты и их показатели соответственно равны 37%, 25% и 25%. При этом из диаграммы видно, что не менее популярным остаётся упоминание о смягчении последствий изменения климата. Ожидается, что по мере популяризации связанных тем данный термин будет всё чаще фигурировать в новых публикациях. Реже внимание уделяется использованию терминов «*coastal wetlands*» и «*blue carbon*», хотя наблюдается положительный тренд изучения и включения этих терминов в название и содержание публикаций в период с 2020 по 2022 гг. Крайне мало было найдено исследований, непосредственно рассматривающих роль прибрежных экосистем в вопросах смягчения последствий климатических изменений. Считаем, что популярность этой темы будет приобретать положительные тренды роста и в ближайшие годы публикации этого направления станут обособленными и независимыми от более глобальных направлений, рассматривающих общие вопросы роли прибрежных экосистем и их экосистемных услуг.

Что касается публикаций, названия которых содержат термин «экосистемные услуги», то их число также невелико. Но, несмотря на это, данная тема изучается и активно анализируется в рамках более глобальных направлений, о которых упоминалось выше.

Можно сделать вывод, что в связи с популяризацией тенденций к изучению влияния климатических изменений на разные типы экосистем, в ближайшем будущем следует ожидать и увеличение числа публикаций, в фокусе которых будут прибрежные водно-болотные угодья и их роль в глобальных климатических процессах [20]. Рост числа публикаций, в названии и содержании которых включается термин «*blue carbon*», свидетельствует о возрастающем интересе к изучению перспектив и преимуществ прибрежных водно-болотных угодий в вопросах смягчения последствий изменения климата и повышенном внимании к проблемам Устойчивого развития.

Синий углерод – это углерод, хранящийся в прибрежных и морских экосистемах [17; 19]. Инициатива Blue Carbon в настоящее время сосредоточена на углероде в прибрежных экосистемах – мангровых зарослях, приливных болотах и морских водорослях [12; 13; 27; 35]. Эти экосистемы улавливают и хранят большое количество синего углерода как в растениях, так и в отложениях под ними [7; 9; 21; 27].

Исследования роли водно-болотных угодий в снижении рисков возникновения наводнений, потопов и смягчении штормов только набирают популярность [8; 11; 23]. Данные аспекты по-прежнему включены лишь в состав прочих исследований влияния изменения климата на экосистемы. Тем не менее это направление можно отнести к перспективным исследовательским трендам.

Исследование типов экосистемных услуг было сосредоточено на синхронизации нескольких типов услуг (табл. 1). Так, прибрежные водно-болотные угодья являются одними из самых продуктивных экосистем на Земле [5; 28]. Благодаря им производится примерно половина морепродуктов,

Таблица 1 / Table 1

Экосистемные услуги водно-болотных угодий / Ecosystem services of wetlands

Услуги	Комментарии и примеры
Регулирующие (экологические)	• Стабилизация климата: источник и поглотитель парниковых газов; влияние на местную и региональную температуры; • Регулирование гидрологического режима: поддержание уровня подземных вод; • Очистка воды: удаление избытка питательных и загрязняющих веществ, а также процесс восстановления качественного состава вод; • Сдерживание процессов эрозии; • Уменьшение стихийных бедствий: контроль наводнений и защита от штормов; • Опыление: среда обитания опылителей
Поддерживающие (экологические)	• Почвообразование; • круговорот питательных веществ.
Обеспечивающие (экономические)	• Продукты питания: производство рыбы, фрукты, водоросли; • Пресная вода: сельскохозяйственное и промышленное использование; • Топливо и волокна: производство бревен, древесины для топлива, корма и торфа; • Медицина: лекарственные травы; • Генетический материал: декоративные виды и гены устойчивости растений к патогенам
Культурные	• Эстетика: источник красоты и эстетических ценностей в отношении характеристик водно-болотных угодий; • Источник вдохновения; многие религии придают духовные и религиозные ценности аспектам экосистем водно-болотных угодий; • Возможности для проведения досуга; • Возможности для формального и неформального образования и профессиональной подготовки

Источник: [34]

добываемых в коммерческих целях, количество и качество которых напрямую связано с качеством и размерами этих экосистем. Водно-болотные угодья предоставляют бесчисленные возможности для отдыха: от охоты и рыбалки до пеших прогулок и наблюдения за дикой природой [29]. Эти экосистемы действуют как природные губки, поглощая и временно удерживая паводковые воды. Задерживая часть паводковых вод и замедляя скорость поступления воды в реку или ручей, они могут уменьшить серьёзность наводнений и эрозии в нижнем течении [31; 34]. Водно-болотные угодья могут снизить общую высоту наводнений, защищая людей, имущество, инфраструктуру и сельское хозяйство от разрушительного ущерба. В это же время марши, морские заросли и мангровые леса играют важную роль в решении

проблемы изменения климата, поскольку они извлекают из атмосферы парниковые газы – углекислый газ и накапливают их в растениях и почве [26; 32]. Прибрежный голубой углерод – это термин, используемый для обозначения углерода, который хранится в этих прибрежных местах обитания.

Так, 5% публикаций были посвящены непосредственно изучению и систематизации сведений о предоставляемых прибрежными водно-болотными угодьями услугах, включая те, что способствуют смягчению и снижению рисков возникновения потопов, наводнений и прочих опасных природных явлений. Стоит отметить, что на сегодняшний день число публикаций, исследующих перспективное и плодотворное влияние указанных услуг и их роль в смягчении последствий изменения климата, крайне мало. В целом практически каждая рассмотренная авторами публикация содержит информацию и данные о каком-либо виде экосистемной услуги (табл. 1), но при этом следует отметить косвенную связь этих исследований с направлением исследования данного обзора.

В основном авторы в своих работах уделяли большое внимание изучению влияния климатических изменений на степень и объём оказания экосистемных услуг прибрежными экосистемами. Что касается видов услуг, на которых концентрировались рассмотренные публикации, то самыми популярными были *регулирующие* и *обеспечивающие*, т. к. они фигурировали более чем в половине всех источников. Среди регулирующих услуг наиболее популярными для изучения являются стабилизация климата (источник и поглотитель парниковых газов, влияние на местную и региональную температуры), а также уменьшение стихийных бедствий (контроль наводнений и защита от штормов). Данные направления актуальны среди исследователей ввиду усугубляющихся проблем, связанных с изменением климата, следствием чего становятся многочисленные стихийные бедствия. Говоря об обеспечивающих услугах, многие эксперты уделяют большое внимание таким направлениям, как обеспечение пресной воды в целях сельскохозяйственного и промышленного использования, а также обеспечение продуктами питания, т. е. их производство и безопасность этого производства.

Далее следуют *поддерживающие* и *культурные* (отдых и экотуризм) виды услуг, о которых обнаружено уже меньшее число публикаций, а упоминание культурных зачастую и вовсе отсутствовало. Существующие исследования экосистемных услуг в основном сосредоточены на их оценке, движущих силах изменения водно-болотных угодий, а также политике и управлении. Готовность платить и методы передачи выгод являются двумя основными методами экономической оценки.

С одной стороны, экосистемы водно-болотных угодий предоставляют больше видов услуг поддержки и регулирования, чем культурные услуги[1]. С другой стороны, отсутствие исследований в области обеспечения и культурных услуг также связано с пробелами в данных и сложностями, связанными с

[1] Конвенция о водно-болотных угодьях, имеющих международное значение, главным образом, в качестве местообитаний водоплавающих птиц [Электронный ресурс]. URL: https://www.un.org/ru/documents/decl_conv/conventions/waterfowl.shtml (дата обращения: 30.06.2023).

пониманием того, как создаются, передаются и рассчитываются культурные экосистемные услуги. Отсутствие комплексных исследований по основным типам услуг в значительной степени связано с ограничениями в данных, мониторинге и моделях [6].

Кроме того, комплексная оценка и изучение каждого вида услуг позволит грамотнее и точнее проработать политику их управления и повысит эффективность использования преимуществ прибрежных водно-болотных угодий в вопросах смягчения последствий природных катаклизмов [25]. Также популяризация и изучение культурных услуг поможет повысить степень осведомлённости общества, местных жителей и муниципальных правительств, что приведёт к усовершенствованию законодательства и привлечению внимания в отношении управления прибрежными экосистемами в интересах ЦУР.

Считаем, что в последующих исследованиях нужно уделять больше внимания вопросам экономического и политического управления данными территориями, а также привлекать больше заинтересованных сторон для обеспечения сохранения и восстановления прибрежных экосистем.

Восстановление прибрежных экосистем

Восстановление прибрежных экосистем может реализовываться как на законодательном уровне, так и частными лицами [22]. В таком случае, на любой проект по восстановлению необходимо получить разрешение (табл. 2).

Среди *экологических подходов* можно выделить определение низко- и высокорисковых проектов, отражающих степень негативного воздействия на окружающую среду. Если проект будет иметь низкий риск неудачи, например, инициатором является известный или одобренный поставщик [24], проект не является новым и существует низкий риск причинения негативного воздействия на окружающую среду (проект не будет иметь негативных последствий за пределами границ проекта), то проект может считаться *низкорисковым*. При этом разрешение на деятельность по восстановлению автоматически выдаётся при условии, что он соответствует саморегулируемому соглашению.

Так, восстановление устричного рифа с использованием известных методов одобренным поставщиком в районе, который исторически содержал устричные рифы, может считаться умеренным или низким риском и разрешаться (или нет) соответственно. И наоборот, если проект является новым и/или инициатор не имеет достаточного потенциала или известного опыта, и существует высокий потенциал для воздействия за пределами границ проекта (например, добавление/удаление водных барьеров, которые могут повлиять на гидрологию соседних свойств), то проект может считаться *высокорисковым*. Разработка процессов оценки проектов восстановления прибрежных и морских районов и их потенциала для отказа и/или ущерба экосистеме на основе консенсуса между заинтересованными сторонами и правительством может обеспечить улучшенную основу для разрешения восстановления прибрежных и морских районов на основе потребностей практиков и науки, обеспечивая при этом, чтобы разрешительные требования основывались на общем риске проекта [24].

Таблица 2 / Table 2

Категории разрешений, определённые для проектов восстановления морских экосистем, и некоторые из потенциальных преимуществ и недостатков для практиков восстановления, определённых для различных механизмов категорий разрешений для восстановления / Permit categories identified for marine ecosystem restoration projects and some of the potential advantages and disadvantages for remediation practices identified for different permit category mechanisms for restoration

Категории разрешений	Потенциальные преимущества	Потенциальные недостатки
Категории разрешений	• Высокий уровень надзора (например, для новых методов или для сторонника с ограниченными возможностями); • Может помочь облегчить методы наилучшей практики	• Время и ресурсы; • Неадекватная законодательная база (акцент на ограничении негативного воздействия, а не на содействии позитивному воздействию)
Межведомственные соглашения	• Одно разрешение для всех агентств; • Упрощённый процесс получения разрешений для инициатора проекта; • Более короткие сроки утверждения; • Требует длительного сотрудничества между учреждениями	• Потенциально возможно только для крупномасштабных проектов восстановления; • Для ведущего агентства требуется больше ресурсов для содействия многосторонним соглашениям
Конкретный тип разрешения	• Политика, скорее всего, будет способствовать восстановлению; • Риски для существующих активов могут быть оценены более подробно	• Часто несколько индивидуальных разрешений, через несколько агентств; • Сложные и трудоёмкие
Освобождается от выдачи разрешений	• Восстановление, не ограниченное регулированием; • Сокращение временных задержек и операционных издержек для инициаторов проекта	• Ограниченный надзор; • Трудно обеспечить наилучшую практику или долгосрочный мониторинг/управление

Источник: [31]

В отношении *государственного регулирования* восстановления и защиты экосистем также можно выделить следующее: на сегодняшний день в большинстве стран мира полномочия и ответственность за регулирование и восстановление прибрежных экосистем разделены между разными департаментами. Департаменты рыболовства являются одним из ключевых регулирующих органов для защиты многих прибрежных сред [24; 30] и отвечают за восстановление в среде обитания морских рыб (водорослей,

мангровых зарослей, устричных рифов) за пределами охраняемых районов, в то время как департаменты по охране окружающей среды обычно отвечают за восстановление других морских экосистем (например, солончаков, морских охраняемых районов). Департаменты государственного планирования несут широкую ответственность за разрешение любого морского восстановления, которое имеет постоянный или полупостоянный структурный компонент (устричные рифы, барьеры на водных путях). С отдельными департаментами, разделяющими ответственность за политику восстановления моря, она фрагментирована и неэффективна.

Перемещение законодательной ответственности в один отдел или в систему «одного окна» упростит восстановление морской среды и сделает нынешний сложный процесс более эффективным. В то время как департаменты по охране окружающей среды являются логичным выбором для руководства политикой восстановления морской среды на государственном уровне, обеспечение соблюдения законодательных требований других департаментов может потребовать повышения квалификации надзора в некоторых ключевых областях. Хотя департаменты рыболовства в настоящее время отвечают за среду обитания рыб (водоросли, мангровые заросли), законодательство о рыболовстве, в первую очередь, сосредоточено на управлении ресурсами, а не на защите, и эти экосистемы также являются средой обитания для других морских видов, включая многие исчезающие виды или экологические сообщества (например, водоросли, дюгони и морские черепахи). Концентрация управления и выдачи разрешений на восстановление прибрежных районов позволит опыту и экспертизе вокруг науки и практики активного восстановления прибрежных районов не делиться между департаментами в зависимости от типа экосистемы или деятельности по восстановлению, а сделает строгость оценки более последовательной [24; 30].

Заключение

Анализ литературных и научных данных, а также оценок вклада прибрежных экосистем в процессы смягчения последствий изменения климата показал типы прибрежных водно-болотных угодий, виды оказываемых ими экосистемных услуг, существующие исследовательские тренды.

Количество статей, изучающих связь прибрежных водно-болотных угодий со смягчением последствий изменения климата, быстро увеличивалось в период с 2015 по 2022 гг. и продолжает расти, причём исследования становятся всё более диверсифицированными.

Были выявлены наиболее *популярные виды экосистемных услуг:* регулирующие и обеспечивающие. Культурные и поддерживающие услуги либо рассматривались в косвенном отношении, либо не оказывались изученными в рамках исследований. Отсутствие исследований в области поддерживающих и культурных услуг связано с пробелами в данных и сложностями с пониманием того, как создаются, передаются и рассчитываются культурные экосистемные услуги.

Достаточно большое число исследователей обращают внимание на перспективы изучения и регулирование

запасов синего углерода, сосредоточенных в мангровых лесах.

Исследований, связанных с регулированием, управлением и восстановлением прибрежных экосистем, на сегодняшний день проведено немного, но данное направление также развивается. Рассмотренные ранее преимущества и недостатки государственных и частных проектов по восстановлению данных систем позволят улучшить и уточнить последующее изучение данного аспекта.

Среди методов и способов экономического и политического управления водно-болотными угодьями ключевые проблемы успешного применения концепции услуг в сохранении водно-болотных угодий заключаются в предоставлении научно достоверной информации об изменениях их состояния, выявлении механизмов, определяющих их динамику, и внедрении экосистемных услуг в планирование и политику.

REFERENSES

1. Bekele T., Haile Y. Intensification of climate change mitigation and adaptation actions through wetland conservation: the case of Ethiopian freshwater wetlands. In: *Geology, Ecology, and Landscapes,* 2023, vol. 7, iss. 4, pp. 40–45.
2. Bertolini C., da Mosto J. Restoring for the climate: a review of coastal wetland restoration research in the last 30 years. In: *Restoration Ecology*, 2021, vol. 29, no. 7, pp. e13438.
3. Bridgham S. D., et al. Errors in greenhouse forcing and soil carbon sequestration estimates in freshwater wetlands. In: *Landscape ecology,* 2014, vol. 29, no. 9, pp. 1481–1485.
4. Costanza R., et al. Changes in the global value of ecosystem services. In: *Global environmental change,* 2014, vol. 26, pp. 152–158.
5. Davidson N. C., et al. Worth of wetlands: revised global monetary values of coastal and inland wetland ecosystem services. In: *Marine and Freshwater Research,* 2019, vol. 70, no. 8, pp. 1189–1194.
6. Deb S., Mandal B. Soils and sediments of coastal ecology: A global carbon sink. In: *Ocean & Coastal Management*, 2021, vol. 214, pp. 105937.
7. Fest B. J., Swearer S. E., Arndt S. K. A review of sediment carbon sampling methods in mangroves and their broader impacts on stock estimates for blue carbon ecosystems. In: Science of The Total Environment, 2021, pp. 151618.
8. FitzGerald D. M., Hughes Z. Marsh processes and their response to climate change and sea-level rise. In: *Annual Review of Earth and Planetary Sciences,* 2019, vol. 47, pp. 481–517.
9. Gallego-Sala A. V., et al. Latitudinal limits to the predicted increase of the peatland carbon sink with warming. In: Nature climate change, 2018, vol. 8, no. 10, pp. 907–913.
10. Hu M., et al. Patterns and environmental drivers of greenhouse gas fluxes in the coastal wetlands of China: A systematic review and synthesis. In: *Environmental research*, 2020, vol. 186, pp. 109576.
11. Janse J. H., et al. Towards a global model for wetlands ecosystem services. In: *Current opinion in environmental sustainability*, 2019, vol. 36, pp. 11–19.
12. Karani P., Failler P. Comparative coastal and marine tourism, climate change, and the blue economy in African Large Marine Ecosystems. In: *Environmental Development*, 2020, vol. 36, pp. 100572.
13. Meng W., et al. The spatial distribution of blue carbon in the coastal wetlands of China. In: *Estuarine, Coastal and Shelf Science,* 2019, vol. 222, pp. 13–20.
14. Mengist W., Soromessa T., Legese G. Method for conducting systematic literature review and meta-analysis for environmental science research. In: *MethodsX,* 2020, vol. 7, pp. 100777.

15. Osland M. J., et al. The impacts of mangrove range expansion on wetland ecosystem services in the southeastern United States: Current understanding, knowledge gaps, and emerging research needs. In: *Global Change Biology*, 2022. DOI: 10.1111/gcb.16111
16. Pare G., Trudel M.-C., Jaana M., et al. Synthesizing Information Systems Knowledge: A Typology of Literature Reviews. In: *Information & Management*, 2015, no. 52, pp. 183–199.
17. Pham T. D., et al. A review of remote sensing approaches for monitoring blue carbon ecosystems: Mangroves, seagrassesand salt marshes during 2010–2018. In: *Sensors,* 2019, vol. 19, no. 8, pp. 1933.
18. Reed D., et al. Tidal flat-wetland systems as flood defenses: Understanding biogeomorphic controls. In: *Estuarine, Coastal and Shelf Science,* 2018, vol. 213, pp. 269–282.
19. Rosentreter J. A., et al. Methane and nitrous oxide emissions complicate coastal blue carbon assessments. In: *Global Biogeochemical Cycles*, 2021, vol. 35, no. 2, pp. e2020GB006858.
20. Salimi S., Almuktar S. A., Scholz M. Impact of climate change on wetland ecosystems: A critical review of experimental wetlands. In: *Journal of Environmental Management*, 2021, vol. 286, pp. 112160.
21. Sheehan L., et al. Blue carbon: an additional driver for restoring and preserving ecological services of coastal wetlands in Tampa Bay (Florida, USA). In: *Wetlands,* 2019, vol. 39, no. 6, pp. 1317–1328.
22. Shumway N., et al. Policy solutions to facilitate restoration in coastal marine environments. In: *Marine Policy,* 2021, vol. 134, pp. 104789.
23. Soanes L. M., et al. Reducing the vulnerability of coastal communities in the Caribbean through sustainable mangrove management. In: *Ocean & Coastal Management*, 2021, vol. 210, pp. 105702.
24. Su J., Friess D. A., Gasparatos A. A meta-analysis of the ecological and economic outcomes of mangrove restoration. In: *Nature communications*, 2021, vol. 12, no. 1, pp. 1–13.
25. Taillardat P., et al. Climate change mitigation potential of wetlands and the cost-effectiveness of their restoration. In: *Interface Focus*, 2020, vol. 10, no. 5, pp. 20190129.
26. Taillardat P., Friess D. A., Lupascu M. Mangrove blue carbon strategies for climate change mitigation are most effective at the national scale. In: *Biology Letters*, 2018, vol. 14, no. 10, pp. 20180251.
27. Thanuja K. G., Karthikeyan S. Exploring bio-mitigation strategies to reduce carbon footprint in wetland paddy system. In: *Bioresource Technology Reports,* 2020, vol. 12, pp. 100557.
28. Toimil A., et al. Addressing the challenges of climate change risks and adaptation in coastal areas: A review. In: *Coastal Engineering*, 2020, vol. 156, pp. 103611.
29. Van der Biest K., et al. Evaluation of the accuracy of land-use based ecosystem service assessments for different thematic resolutions. In: *Journal of environmental management*, 2015, vol. 156, pp. 41–51.
30. Vélez J. M. M., Garcна S. B., Tenorio A. E. Policies in coastal wetlands: Key challenges. In: *Environmental science & policy,* 2018, vol. 88, pp. 72–82.
31. Wang Y. S., Gu J. D. Ecological responses, adaptation and mechanisms of mangrove wetland ecosystem to global climate change and anthropogenic activities. In: *International Biodeteri oration & Biodegradation,* 2021, vol. 162, pp. 105248.
32. Were D., et al. Carbon sequestration by wetlands: a critical review of enhancement measures for climate change mitigation. In: *Earth Systems and Environment,* 2019, vol. 3, no. 2, pp. 327–340.
33. Wilkie M. L., Fortuna S. Status and trends in mangrove area extent worldwide. Rome, 2003. 63 p.
34. Xu X., et al. Wetland ecosystem services research: A critical review. In: *Global Ecology and Conservation*, 2020, vol. 22, pp. e01027.

35. Zamora S., et al. Carbon fluxes and stocks by Mexican tropical forested wetland soils: a critical review of its role for climate change mitigation. In: *International journal of environmental research and public health*, 2020, vol. 17, no. 20, pp. 7372.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Рязанова Наталья Евгеньевна – кандидат географических наук, доцент, заведующий лабораторией геоэкологии и устойчивого природопользования кафедры международных комплексных проблем природопользования и экологии Института международной торговли и устойчивого развития, Московский государственный институт международных отношений (университет) МИД Российской Федерации (МГИМО);
e-mail: n.riazanova@inno.mgimo.ru

Солодунова Алёна Александровна – студентка 3 курса кафедры международных комплексных проблем природопользования и экологии Института международной торговли и устойчивого развития, Московский государственный институт международных отношений (университет) МИД Российской Федерации (МГИМО);
e-mail: alyonasolodunova@gmail.com

Арсланова Алина Ильшатовна – студентка 3 курса кафедры международных комплексных проблем природопользования и экологии Института международной торговли и устойчивого развития, Московский государственный институт международных отношений (университет) МИД Российской Федерации (МГИМО);
e-mail: alina.arsi@yandex.ru

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Natalia E. Ryazanova – PhD of Geographical Sciences, Assoc. Prof., Head of the Laboratory of Geoecology and Sustainable Environmental Management, Institute of International Trade and Sustainable Development, MGIMO University;
e-mail: n.riazanova@inno.mgimo.ru

Alyona A. Solodunova – 3rd year student, Institute of International Trade and Sustainable Development, MGIMO University;
e-mail: alyonasolodunova@gmail.com

Alina I. Arslanova – 3rd year student, Institute of International Trade and Sustainable Development, MGIMO University;
e-mail: alina.arsi@yandex.ru

ПРАВИЛЬНАЯ ССЫЛКА НА СТАТЬЮ

Рязанова Н. Е., Солодунова А. А., Арсланова А. И. Роль прибрежных водно-болотных угодий в смягчении последствий изменения климата: обзор исследовательских трендов // Географическая среда и живые системы. 2023. № 3. С. 44–58.
DOI: 10.18384/2712-7621-2023-3-44-58

FOR CITATION

Ryazanova N. E., Solodunova A. A., Arslanova A. I. The role of coastal wetlands in climate change mitigation: a review of research trends. In*: Geographical Environment and Living Systems*, 2023, no. 3, pp. 44–58.
DOI: 10.18384/2712-7621-2023-3-44-58

ПРИРОДНО-АНТРОПОГЕННЫЕ ПРОЦЕССЫ И ОХРАНА ПРИРОДЫ

УДК 504.064.2
DOI: 10.18384/2712-7621-2023-3-59-79

МОДЕЛИРОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ОБЪЕКТОВ РАЗМЕЩЕНИЯ ОТХОДОВ НА ВОЗДУШНУЮ СРЕДУ (НА ПРИМЕРЕ ПОЛИГОНОВ ТКО ВОРОНЕЖСКОЙ ОБЛАСТИ)

Ашихмина Т. В.

Воронежский государственный технический университет, 394006, г. Воронеж, ул. 20-летия Октября, д. 84, Российская Федерация; e-mail: tv_ashikhmina@bk.ru

Поступила в редакцию 10.07.2023
После доработки 10.09.2023
Принята к публикации 15.09.2023

Аннотация

Цель. Исследование возможности применения моделирования процессов воздействия системы «полигон ТКО – окружающая среда» на воздушную среду для оценки и разработки решений по минимизации такого воздействия.

Процедура и методы. В работе использованы системный подход к моделированию процессов взаимодействия объектов размещения отходов с окружающей средой, расчёт и моделирование газо-эмиссионных процессов на основе: значений удельного выхода биогаза за период его активной стабилизированной генерации при метановом брожении и периода полного сбраживания органической части отходов с учётом температурных условий района расположения объекта; ежегодных данных о количестве накопленных отходов на объектах; значений скорости и направления ветра, степени вертикальной устойчивости атмосферы согласно средним многолетним данным наблюдений ближайших к объектам метеостанций.

Результаты. Метод моделирования позволил проанализировать объёмы и динамику газо-эмиссионных процессов разновозрастных объектов размещения твёрдых коммунальных отходов, оценить и спрогнозировать их экологическое влияние.

Теоретическая и/или практическая значимость. Метод моделирования газо-эмиссионных процессов в системе «полигон ТКО – окружающая среда» рекомендуется для оптимизации эко-безопасного управления системой на всех этапах её жизненного цикла, а также в случае горения отходов.

© CC BY Ашихмина Т. В., 2023.

Ключевые слова: система «полигон ТКО – окружающая среда», объект размещения отходов, моделирование эмиссии полигона ТКО, экологическое влияние, горение отходов, зона токсического задымления

MODELING OF THE IMPACT OF WASTE DISPOSAL FACILITIES ON THE AIR ENVIRONMENT (USING THE EXAMPLE OF LANDFILLS OF THE VORONEZH REGION)

T. Ashikhmina

Voronezh State Technical University; ul. 20 letiya Oktyabrya 84, Voronezh 39400620, Russian Federation; e-mail: tv_ashikhmina@bk.ru

Received 10.07.2023
Revised 10.09.2023
Accepted 15.09.2023

Abstract

Aim. Investigation of the possibility of using modeling of the processes of the impact of the "landfill MSW – environment" system on the air environment to assess and develop solutions to minimize such impacts.

Methodology. The research uses: a systematic approach to modeling the processes of interaction of waste disposal facilities with the environment, calculation and modeling of gas emission processes based on: the values of the specific yield of biogas during the period of its active stabilized generation during methane fermentation and the period of complete fermentation of the organic part of the waste, taking into account the temperature conditions of the area of the object location; annual data on the amount of accumulated waste at the facilities; values of wind speed and direction, the degree of vertical stability of the atmosphere according to the average long-term data of observations of weather stations closest to the objects.

Results. The method of informational, including retrospective, modeling makes it possible to analyze the volumes and dynamics of gas-emission processes of different-age municipal solid waste disposal facilities, to assess and predict their environmental impact.

Research implications. The method of modeling gas emission processes in the MSW landfill – environment system is recommended to optimize eco-safe control of the system at all stages of its life cycle, as well as in case of waste burning.

Keywords: MSW landfill – environment system, modeling, MSW landfill emissions, environmental impact, waste gorenje, toxic smoke zone

Введение

Длительное размещение твёрдых коммунальных отходов на полигонах в природных условиях сопровождается эмиссиями продуктов трансформации отходов в окружающую среду, оказывающими влияние на качественные и количественные параметры геосфер Земли [1; 4; 11; 16; 20]. Существенную часть эмиссионных процессов составляют выбросы биогаза, содержащего газообразные продукты разложения отходов, а также выбросы продуктов горения отходов во время пожаров на полигонах. Интенсивность и масштабы газо-эмиссионных процессов на

полигонах ТКО определяются динамикой внешних факторов, имеющих естественное и антропогенное происхождение, а также внутренними физико-химическими и биохимическими процессами [15].

Используемые в настоящее время модели и прогнозы образования биогаза и оценки его эмиссии с территорий объектов размещения ТКО учитывают влияние основных факторов, определяющих характер и временные параметры процессов трансформации отходов, количество и скорость выделения метана как основного компонента биогаза. Необходимые для моделирования параметры устанавливаются расчётными, статистическими и экспериментальными исследованиями [6]. Для построения моделей используются методы математического и имитационного (наглядного отображения в виде графиков и карт параметров, характеризующих объект исследования) моделирования [5; 7; 12].

Сложность и разнообразие методов моделирования и прогнозирования газо-эмиссионных процессов полигонов ТКО затрудняют их практическое применение и оперативное получение информации в случае горения отходов на объекте.

Перечисленные аспекты подчёркивают актуальность разработки доступных и практически применимых методов моделирования и прогнозирования масштабов газообразных эмиссий объектов размещения отходов, находящихся на разных этапах их жизненного цикла.

Целью работы является исследование возможности моделирования процессов воздействия системы «полигон ТКО – окружающая среда» на воздушную среду для оценки и разработки решений по минимизации такого воздействия. Задачи:

1. оценить основные параметры выхода биогаза для объектов исследования;

2. рассчитать ежегодные объёмы биогаза на протяжении всего периода существования полигонов ТКО, находящихся в разных геоэкологических условиях;

3. проанализировать динамику выхода биогаза относительно динамики массы накопленных отходов;

4. произвести расчёт выбросов загрязняющих веществ при горении отходов на объектах, а также глубину зоны токсического задымления;

5. сделать визуализацию и анализ расчётных зон токсического задымления;

6. проанализировать возможности развития и практического применения предлагаемых методологических подходов.

В качестве объектов размещения отходов рассмотрены полигоны твёрдых коммунальных отходов как специальные сооружения, устройство и эксплуатация которых регламентируются федеральными стандартами.

Основной предложенного метода моделирования газовых эмиссий полигонов ТКО послужили:

– методологический подход к применению информационного моделирования для описания и анализа сложных природно-технических систем, согласно которому показателем состояния системы «полигон ТКО – окружающая среда» служат «выходы» – эмиссии продуктов трансформации отходов в окружающую среду [1; 2; 17; 18; 19; 21];

– методологический подход к оценке и прогнозированию объёмов и динамики выхода биогаза [6].

В основе работы лежит ретроспективный методологический подход к информационному моделированию процессов взаимодействия полигонов ТКО с окружающей средой, который предполагает воспроизведение динамики и объёмов газовых эмиссий на закрытом и длительно эксплуатирующихся объектах за весь период их существования.

В процессе моделирования был сделан ряд допущений:

1. ежегодное поступление отходов на полигоны принято равномерным в соответствии с проектными значениями[1];

2. закрытие полигона рассматривается как прекращение поступления отходов на объект без учёта последующей рекультивации;

3. расчёты выбросов загрязняющих веществ во время пожаров на полигонах произведены для 10% от общей массы отходов, накопленных в настоящее время, – максимального объёма очагового горения отходов согласно литературным данным [8];

4. моделирование зоны токсического задымления при пожарах на полигонах г. Воронежа производилось для суммарного количества отходов;

5. прогнозные расчёты основаны на экстраполяции 30-летней динамики температуры воздуха в районе расположения объектов[2].

Расчёты объёмов эмиссий биогаза проведены по действующей методике [10], суть которой заключается в определении общего количества биогаза, выделившегося за период с начала эксплуатации полигона до момента расчёта согласно объёму размещённых отходов, удельному выходу биогаза за период его активной стабилизированной генерации при метановом брожении и периода полного сбраживания органической части отходов с учётом температурных условий района расположения объекта. Методика учитывает время отсутствия газовой эмиссии – первые 2 года с момента поступления отходов на полигон.

В соответствии с целями и задачами исследования расчёт ежегодных объёмов биогаза проводился для каждого полигона в тёплый период года с учётом ежегодного поступления отходов на объект, а также температурных параметров атмосферы.

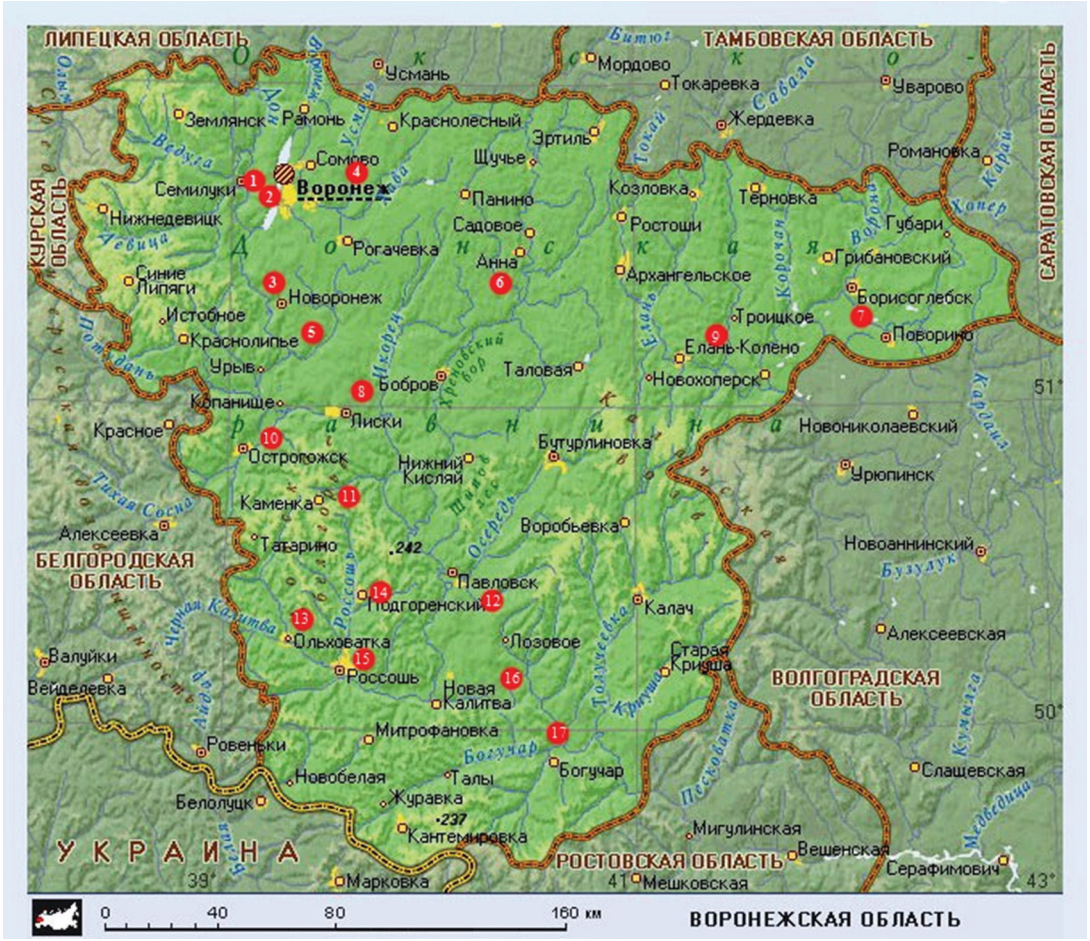
Графическое построение моделей динамики образования биогаза выполнено в программе «Microsoft Excel», моделирование зоны токсического задымления при горении отходов выполнено в программе «GoogleEarthProSetup».

Моделирование газо-эмиссионных процессов на полигонах ТКО

В настоящее время в Воронежской области эксплуатируются 17 полигонов твёрдых коммунальных отходов (рис. 1) [13].

[1] Территориальная схема обращения с отходами на территории Воронежской области, утв. Приказом Департамента жилищно-коммунального хозяйства и энергетики Воронежской области от 26 декабря 2022 года № 319 [Электронный ресурс]. URL: https://pravo.govvrn.ru/content/приказ-департамента-жилищно-коммунального-хозяйства-и-энергетики-воронежской-области-от-441 (дата обращения: 30.05.2023).

[2] World Meteorological Organization [сайт]. URL: https://community.wmo.int (дата обращения: 25.05.2023).



Условные обозначения:

1 – Семилукский р-н, с. Девица;
2 – Семилукский р-н;
3 – г.о. Нововоронеж;
4 – Новоусманский р-н;
5 – п. Давыдовка (Лискинский р-н);
6 – Аннинский р-н;
7 – Борисоглебский г.о.;
8 – Лискинский р-н;
9 – Новохоперский р-н;
10 – г. Острогожск 1 очередь 1 секция;
11– Каменский р-н;
12 – Павловский р-н;
13 – Ольховатский р-н;
14 – Подгоренский р-н;
15 – Россошанский р-н;
16 – Верхнемамонский р-н;
17 – Богучарский р-н;
– закрытый полигон ТКО г. Воронежа

Рис. 1 / Fig. 1. Полигоны ТКО на территории Воронежской области / Landfills of MSW on the territory of the Voronezh region

Источник: составлено автором

Для проведения исследований были выбраны 4 объекта размещения отходов, находящихся на разных стадиях жизненного цикла и в различных геоэкологических условиях (табл. 1, рис. 2–4).

Анализ температурных условий районов расположения выбранных объектов позволил выделить основные параметры протекания газо-эмиссионных процессов (табл. 2).

Таблица 1 / Table 1

Характеристика геоэкологических условий объектов исследования / Characteristics of geoecological conditions of research objects

Объект	Действующий/ Недействующий, сроки эксплуатации, площадь	Особенности рельефа	Инженерно-геологические условия	Среднегодовые температуры воздуха, °С (среднее за период существования объекта)	Сумма температур за теплый период года (выше 0°С, среднее за период существования объекта)
Полигон в Семилукском р-не (полигон I)	Не действует, 1991–2011гг., площадь 82 000 м^2	Водораздел рек Дон – Девица – пологоволнистая равнина, расчленённая густой овражно-балочной сетью	Преобладают пески, глины и суглинки палеогена, мела верхнемелового возраста. Проявляется карст, флювиальные, оползневые процессы. Многие балки являются фильтрующими. Подземные воды защищены плохо.	7,6	88 897
Полигон в Семилукском р-не (полигон II)	Действующий, 1 очередь – сроки эксплуатации ноябрь 2011–2018 гг., площадь 10 8767 м^2, 2 очередь – сроки эксплуатации 2019 г.– настоящее время, площадь 142 890 м^2				
Полигон ТКО в Лискинском р-не (полигон III)	Действующий, 2005 г. – настоящее время, площадь 11,7 га	Надпойменная терраса р. Дон, овраг	Преобладают пески древнеаллювиальные четвертичного возраста. Активные флювиальные процессы. Подземные воды защищены очень плохо	8,0	90 851
Полигон ТКО в Россошанском р-не (полигон IV)	Действующий, 1987 г. – настоящее время, площадь 14,35 га	Левобережный склон долины р. Чёрная Калитва, балка	Преобладают мела верхнемелового возраста. Проявляется карст, флювиальные процессы. Многие балки являются фильтрующими. Подземные воды защищены плохо	8,6	10 8291

Источник: составлено автором на основе [3]

Условные обозначения:

I – Полигон I; **II-1** – Полигон II первая очередь; **II-2** – Полигон II вторая очередь.

Рис. 2 / Fig. 2. Расположение полигонов ТКО г. Воронежа / Location of landfills of MSW of Voronezh

Источник: составлено автором с помощью программы «GoogleEarthProSetup»

Рис. 3 / Fig. 3. Расположение полигона ТКО г. Лиски (полигон III) / Location of the MSW landfill of the city of Liski (polygon III)

Источник: составлено автором с помощью программы «GoogleEarthProSetup»

Рис. 4 / Fig. 4. Расположение полигона ТКО г. Россошь (полигон IV) / Location of the MSW landfill in Rossosh (polygon IV)

Источник: составлено автором с помощью программы «GoogleEarthProSetup»

Таблица 2 / Table 2

Параметры газо-эмиссионных процессов на выборочных полигонах ТКО / Conditions of gas-emission processes at selected landfills of MSW

Объект исследования	Период полного сбраживания органической части отходов, годы	Ежегодный выход биогаза от 1 т отходов
полигон I полигон II	18	9,46 кг
полигон III	17,7	9,6 кг
полигон IV	17,3	9,84 кг

Источник: подсчитано автором

Согласно проведённым расчётам по мере повышения температурных показателей в районе расположения объекта происходит увеличение удельного выхода биогаза от 1 т отходов и сокращается период полного сбраживания органической части отходов.

В настоящем исследовании проведено моделирование эмиссий биогаза полигонов ТКО, находящихся на разных этапах существования. Проведено ретроспективное моделирование для закрытого объекта за период 1994–2022 гг., а также для действующих объектов за длительный период их эксплуатации. Графические модели динамики формирования биогаза на исследуемых полигонах представлены на рисунках 5–8.

Графическое построение динамики накопления отходов и соответствующего ежегодного выхода биогаза показало, что объём выделяющегося биогаза на полигоне I увеличивался по мере роста объёма отходов и достиг максимума через 17 лет от начала эксплуатации полигона. Этот показатель составил 25 838 тыс. м^3 и оставался стабильным в течение нескольких лет, в этот период поступление отходов на полигон было прекращено, что повлекло за собой снижение объёмов

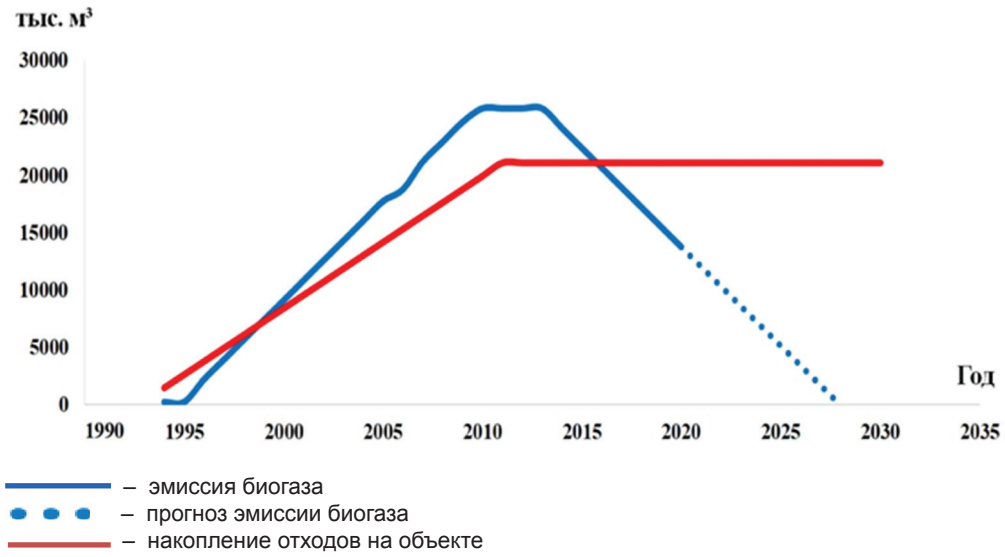


Рис. 5 / Fig. 5. Динамика накопления отходов и образования биогаза на полигоне I / Dynamics of waste accumulation and biogas formation at the Landfill

Источник: составлено автором на основе произведённых расчётов по [10]

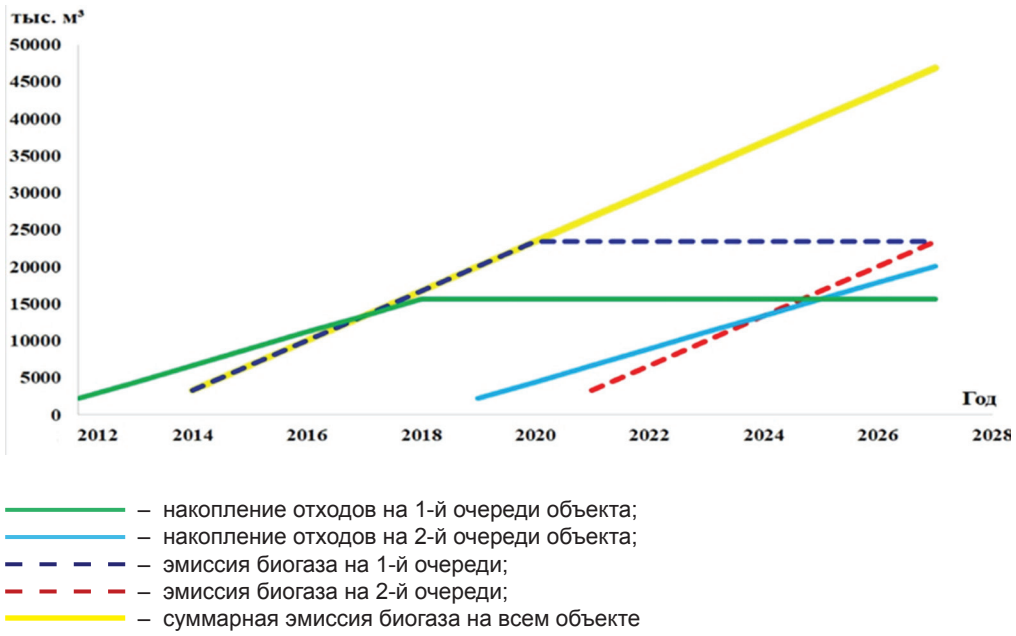


Рис 6 / Fig. 6 Динамика накопления отходов и образования биогаза на полигоне II / Dynamics of waste accumulation and biogas formation at Landfill II

Источник: составлено автором на основе произведённых расчётов по [10]

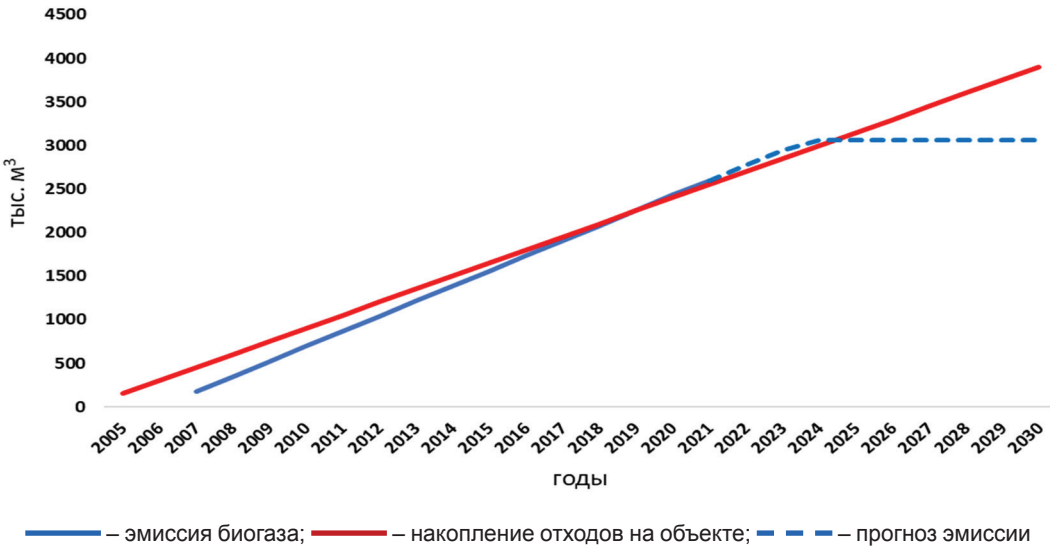


Рис. 7 / Fig. 7. Динамика накопления отходов и образования биогаза на полигоне III / Dynamics of waste accumulation and biogas formation at Landfill III

Источник: составлено автором на основе произведённых расчётов по [10]

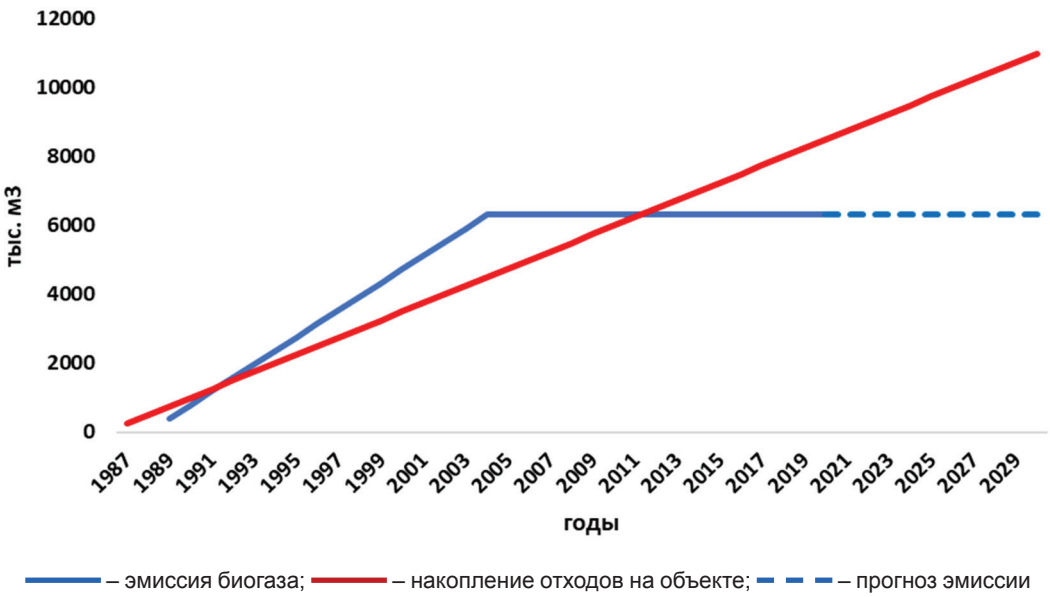


Рис. 8 / Fig. 8. Динамика накопления отходов и образования биогаза на полигоне IV / Dynamics of waste accumulation and biogas formation at Landfill IV

Источник: составлено автором на основе произведённых расчётов по [10]

выделяющегося биогаза. Полученная информационная модель динамики газо-эмиссионных процессов на полигоне I применена для описания и прогнозирования масштабов выбросов биогаза на подобном объекте, находящемся в аналогичных геоэкологических условиях, – полигона II, эксплуатация которого началась одновременно с закрытием первого объекта.

Заполнение проектной ёмкости 1 очереди полигона II произошло за 7 лет и сопровождалось интенсивной газовой эмиссией, которая продолжается и в настоящее время, т. к. период активного образования биогаза ещё не завершён. Согласно расчётам, максимальный его объём на 1 очереди полигона II составляет 23 453 тыс. м^3. На основании газо-эмиссионной модели первого объекта и экстраполяции 30-летней динамики климатических параметров можно прогнозировать сохранение максимального объёма выбросов в течение 12 лет, после чего выход биогаза будет снижаться и полностью прекратится ориентировочно к 2037 г.

Вторая очередь полигона II начала заполняться отходами в 2019 г. Прогнозируется начало эмиссии биогаза с 2022 г. и её ежегодный рост по мере накопления отходов. Предполагается заполнение проектной ёмкости очереди к 2027 г., образование биогаза достигнет максимума к 2029 г. и будет продолжаться ещё примерно 20 лет.

Произведённые расчёты эмиссии биогаза на полигоне III показали, что в настоящее время объёмы выбросов растут по мере накопления отходов. Однако примерно к 2024 г. этот процесс стабилизируется на объёме более 3 000 м^3/год биогаза. Прогнозные расчёты позволяют отметить, что дальнейшее накопление отходов на объекте не приведёт к увеличению ежегодных объёмов выбросов биогаза, таким образом, эмиссия биогаза в атмосферу приобретает стабильное значение. Постепенное снижение этого процесса возможно при условии прекращения поступления отходов на полигон.

Полигон IV отличается длительным периодом эксплуатации. Согласно произведённым расчётам период полного сбраживания органической части отходов составляет 17,3 лет, в течение которых происходит рост объёма ежегодной эмиссии биогаза в соответствии с накоплением отходов на объекте. По окончании периода выброс биогаза стабилизируется на объёме более 6 000 м^3. Дальнейший рост количества отходов, согласно проектным значениям, не приводит к увеличению объёма эмиссии. Постепенное снижение этого процесса возможно также при условии прекращения поступления отходов на полигон.

Таким образом, проведённое моделирование и прогнозирование газо-эмиссионных процессов на полигонах ТКО позволяет сделать вывод, что объёмы выделившегося биогаза определяются количеством отходов, накопленных на объектах. Так, период непрерывного поступления в атмосферу биогаза от объектов размещения ТКО г. Воронежа составляет почти 30 лет, а общий период газо-эмиссионных процессов составит порядка 60 лет. Открытие 3 очереди полигона II продлит этот срок ещё на несколько десятилетий. Суммарный объём биогаза, выделившегося на объектах с начала их эксплуатации по настоящее время, составляет примерно 480 604 тыс. м^3.

Полигоны ТКО г. Лиски и г. Россоши к настоящему времени уже сформировали значительный объём биогаза и продолжают оставаться постоянными источниками его поступления в атмосферу. Газо-эмиссионные процессы на этих объектах будут стабильно активными на протяжении всего периода их эксплуатации.

Таким образом, действующие полигоны ТКО можно сравнить с техногенными месторождениями горючего газа. Стабилизация объёмов эмиссии биогаза происходит по истечении периода полного сбраживания органической части отходов. После закрытия этих объектов эмиссия биогаза прекратится постепенно, также за период полного сбраживания органической части отходов.

Исследуемые полигоны имеют высокий суммарный потенциал опасности по уровню воздействия на воздушную среду на всех этапах жизненного цикла, что обусловливает необходимость устройства систем дегазации, сбора и утилизации биогаза, как на действующих объектах, так и на закрытых, в т. ч. для компенсации энергодефицита новых отходоперерабатывающих производств в контексте формирования территориальной схемы их размещения относительно полигонов ТКО [9].

Биогаз, формирующийся на полигонах ТКО является также пожароопасным фактором, создающим условия для горения отходов, во время которого происходит залповый выброс разнообразных токсичных веществ[1] (табл. 2).

Рассмотрим глубину зоны токсического задымления (параметр, используемый в прогнозировании зоны токсического воздействия[2]) по 3 компонентам (оксиду углерода, сернистому ангидриду, оксиду азота) при горении отходов на объектах исследования (табл. 3, рис. 9–11).

Произведённые расчёты показали, что максимальное распространение характерно для оксида углерода, глубина задымления составляет от 60 км до почти 300 км. Визуализация расчётных зон токсического задымления при горении отходов на полигонах, проведённая по компоненту CO, имеющего максимальную глубину рассеивания, позволяет наглядно оценить территорию, которая может быть подвержена воздействию загрязняющих веществ от сгорания отходов.

С помощью пространственного моделирования зон токсического задымления при пожарах на объектах исследования определено значительное количество населённых пунктов, попадающих в расчётную, потенциально возможную зону токсичных выбросов. Максимальная зона рассеивания распространяется за пределы области.

Для детализации зон токсического задымления при горении отходов необходим учёт метеорологических параметров – направления и скорости ветра в районе расположения полигона. Для прогнозных расчётов возможной зоны токсического задымления при горении отходов на проектируемом объекте необходимо использовать данные многолетних метеорологических наблюдений, в т. ч. розу ветров, в районе предполагаемого строительства. Для оперативных расчётов во время пожара на полигоне необходимо использовать метеорологические параметры в период развития данной ситуации.

Таблица 2 / Table 2

Выброс веществ (в т. ч. загрязняющих) в атмосферу в результате сгорания отходов на выборочных полигонах ТКО, т / Release of substances (including pollutants) into the atmosphere as a result of waste combustion at selective landfills of MSW, t

Объект	Выброс веществ в атмосферу						
	CO	H_2	H_2S	SO_2	NO_x	Твёрдые частицы	Сажа
полигон I	8 315	951	184	262	255	487	23
полигон II	85 324	9 758	1 882	2 689	2 612	4 994	238
полигон III	5 053	578	112	159	155	296	14
полигон IV	55 137	6 306	1 216	1 738	1 688	3 227	154

Источник: подсчитано автором[1]

Таблица 3 / Table 3

Расчётная глубина зоны токсического задымления при горении отходов на выборочных полигонах ТКО, м / The estimated depth of the toxic smoke zone during the combustion of waste at selected landfills of MSW, m

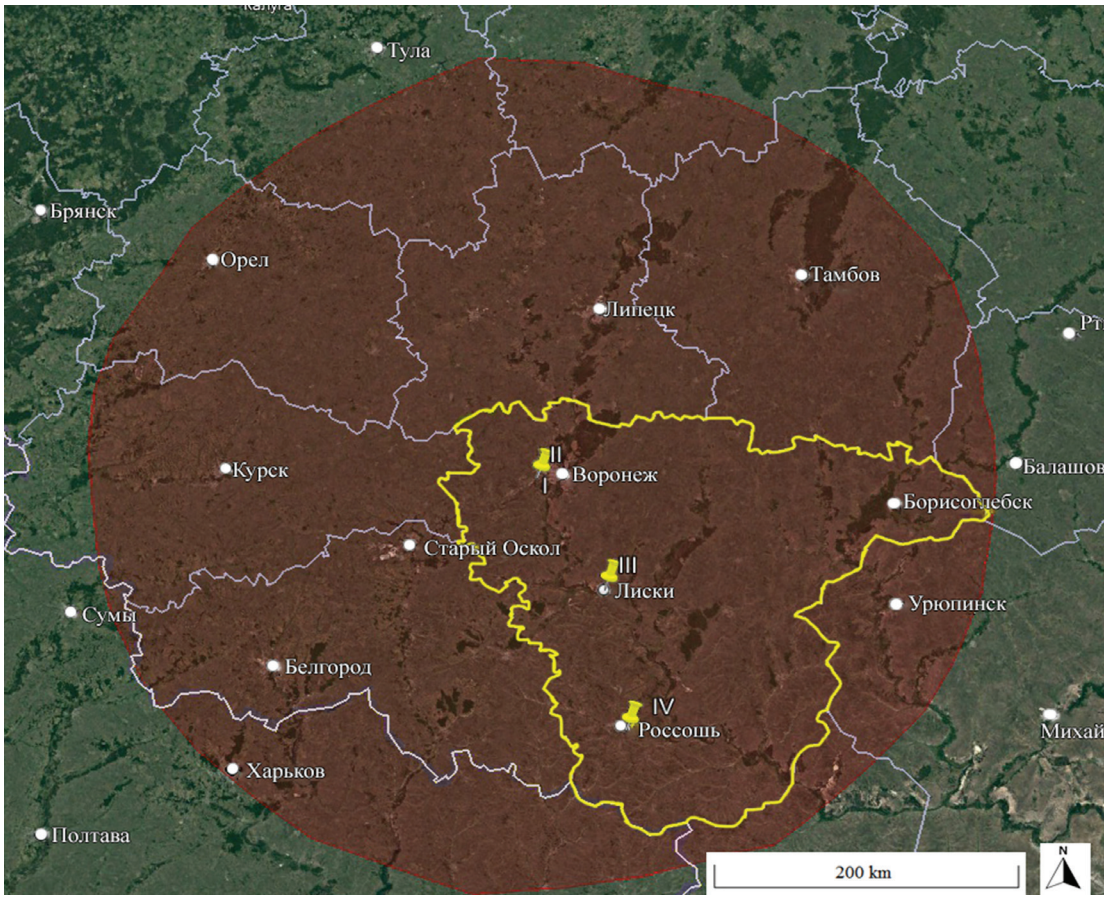
Полигон ТКО, расстояние до ближайшего н. п.	Глубина зоны задымления по веществу, м		
	CO	SO_2	NO
полигон I, 1 600 м	57 696	16 517	3 561
полигон II, 2 000 м	272 450	78 005	16 796
полигон III, 1 500 м	65 708	18 794	4 056
полигон IV, 2 670 м	188 263	53 909	11 606

Источник: подсчитано автором по [14]

Необходимо отметить, что расчёт зоны токсического задымления для весьма ограниченного набора компонентов, которые предлагаются в использованной методике, существенно сужает возможности оценки воздействия горения отходов на окружающую среду. В связи с этим требуется доработка методики расчёта глубины зон токсического задымления для всех известных компонентов дымовых газов, образующихся во время горения отходов. Разработка программного комплекса для рассмотренных расчётов позволит более точно и оперативно осуществлять прогнозирование экологического воздействия пожаров на полигонах ТКО.

[1] Временные рекомендации по расчёту выбросов вредных веществ в атмосферу в результате сгорания на полигонах твёрдых бытовых отходов и размера предъявляемого иска за загрязнение атмосферного воздуха», утв. Минприроды РФ 02.11.92 [Электронный ресурс]. URL: https://normativ.kontur.ru/document?moduleId=1&documentId=15444 (дата обращения: 30.05.2023).

[2] СП 165.1325800.2014. Свод правил. Инженерно-технические мероприятия по гражданской обороне. Актуализированная редакция СНиП 2.01.51-90 [Электронный ресурс]. URL: https://mchs.gov.ru/uploads/document/2022-03 16/eb0d3ffe4276aa9eb8b1c1109109483b.pdf (дата обращения: 30.05.2023)



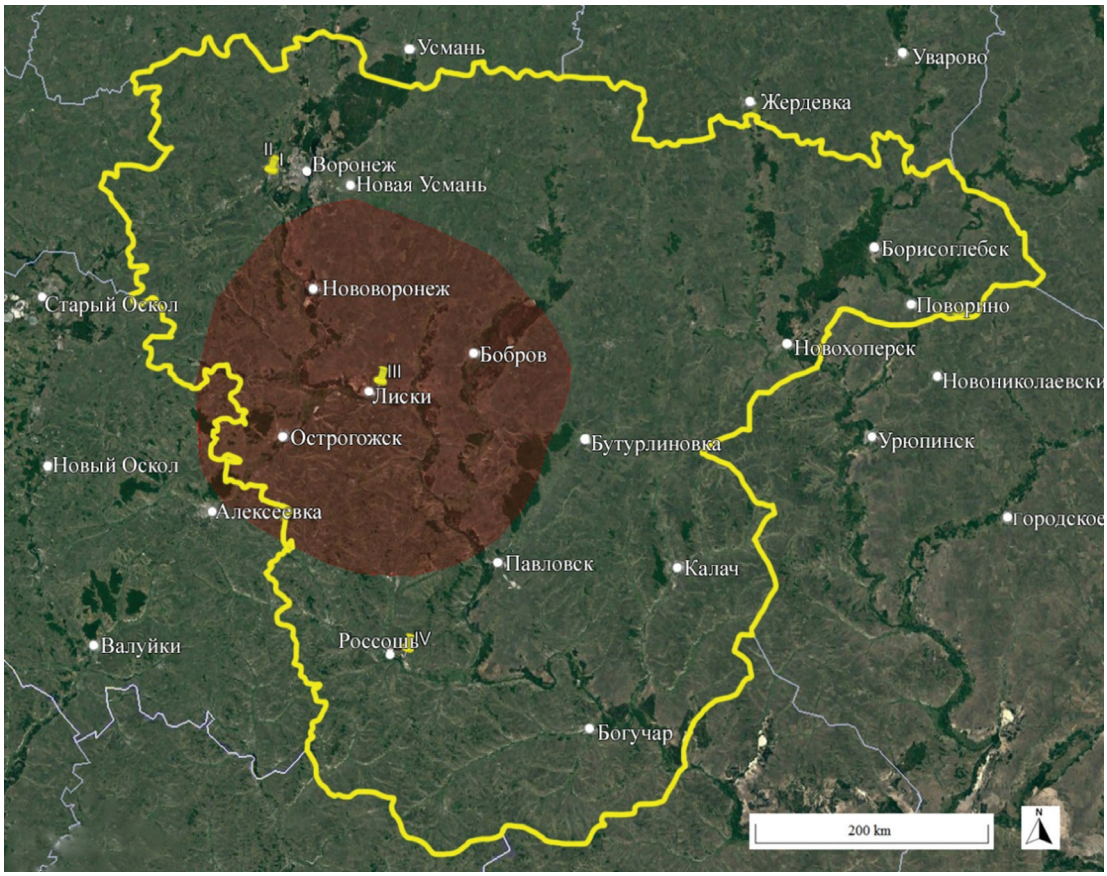
– граница Воронежской области

I,II,III,IV – исследуемые полигоны ТКО

– зона возможного распространения продуктов горения отходов

Рис. 9 / Fig. 9. Расчётная зона токсического задымления при горении отходов на полигонах ТКО г. Воронежа (согласно значениям скорости и направления ветра, степени вертикальной устойчивости атмосферы, взятым по средним многолетним данным наблюдений метеостанции г. Воронежа) / The estimated zone of toxic smoke during the burning of waste at landfills of the Voronezh MSW (according to the values of wind speed and direction, the degree of vertical stability of the atmosphere, taken from the average long-term observation data of the Voronezh weather station)

Источник: составлено автором



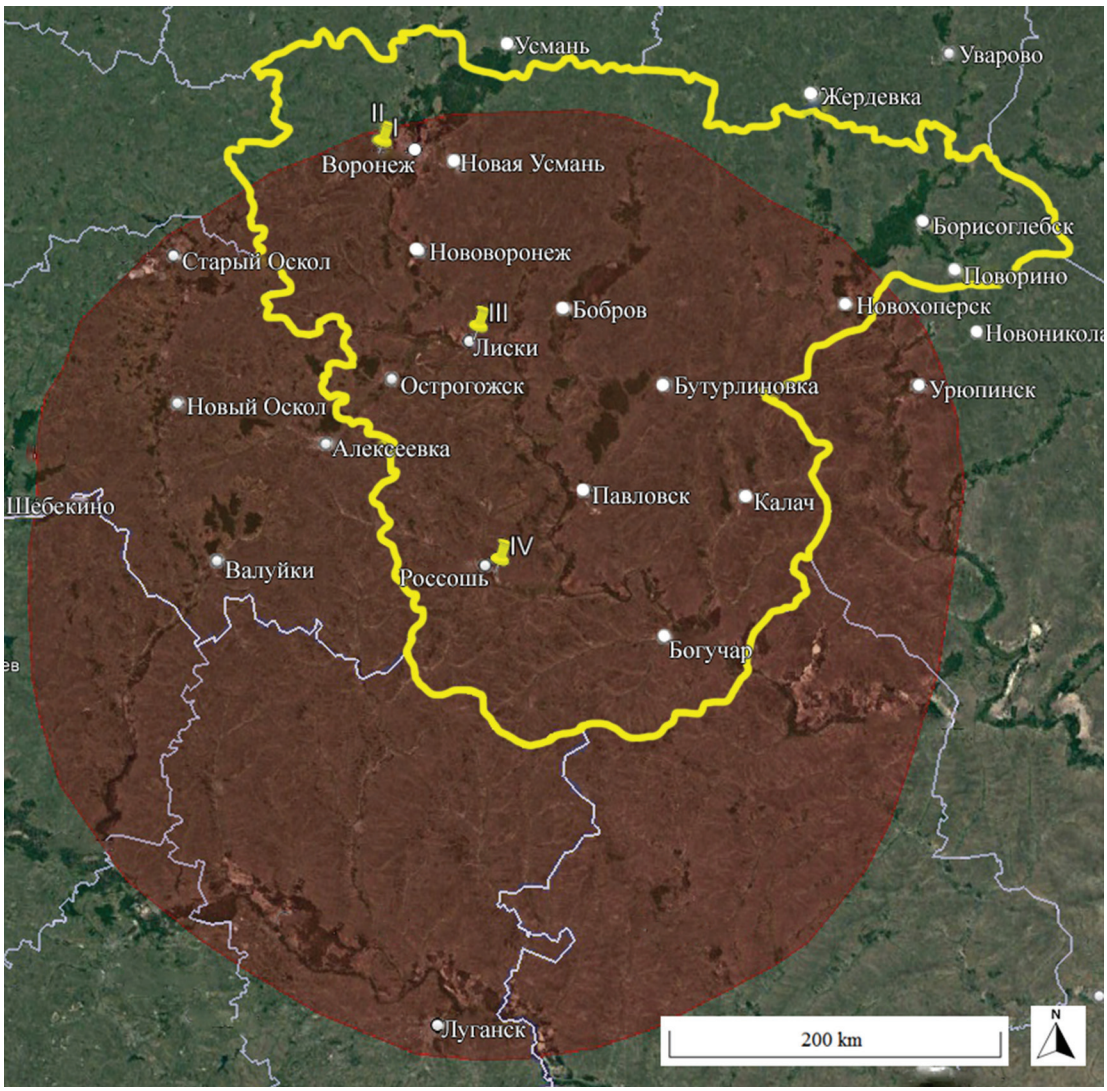
– граница Воронежской области

I,II,III,IV – исследуемые полигоны ТКО

– зона возможного распространения продуктов горения отходов

Рис. 10 / Fig. 10. Расчётная зона токсического задымления при горении отходов на полигоне ТКО г. Лиски (согласно значениям скорости и направления ветра, степени вертикальной устойчивости атмосферы, взятым по средним многолетним данным наблюдений метеостанции г. Лиски)/ The estimated zone of toxic smoke during the burning of waste at the landfill MSW Liski (according to the values of wind speed and direction, the degree of vertical stability of the atmosphere, taken from the average long-term observation data of the Liski meteorological station)

Источник: составлено автором



– граница Воронежской области

I,II,III,IV – исследуемые полигоны ТКО

– зона возможного распространения продуктов горения отходов

Рис. 11 / Fig. 11. Расчётная зона токсического задымления при горении отходов на полигоне ТКО г. Россошь (согласно значениям скорости и направления ветра, степени вертикальной устойчивости атмосферы, взятым по средним многолетним данным наблюдений ближайшей метеостанции г. Богучар) / The estimated zone of toxic smoke during the burning of waste at the landfill MSW Rossosh (according to the values of wind speed and direction, the degree of vertical stability of the atmosphere, taken from the average long-term observation data of the nearest weather station in Boguchar)

Источник: составлено автором

Применение предлагаемого подхода к моделированию и прогнозированию зоны токсического задымления при горении отходов позволит пространственно скорректировать и детализировать систему экологического мониторинга.

Заключение

Предложенный методологический подход к моделированию влияния объектов размещения отходов на воздушную среду включает 2 составляющие:

1. расчёт и графическое отображение динамики объёмов биогаза, образующегося на протяжении жизненного цикла полигонов ТКО, в т. ч. на недействующем в настоящее время объекте;

2. расчёт количества, а также расчёт и визуализация пространственного распространения загрязняющих веществ, образующихся при горении отходов на полигонах.

Проведённое исследование позволяет сделать следующие выводы:

– образование и выделение в атмосферу газообразного продукта трансформации отходов (биогаза) происходит на протяжении всего периода эксплуатации полигонов ТКО, находящихся в разных геоэкологических условиях, а также в течение длительного времени в постэксплуатационный период;

– объёмы биогаза и временные периоды его формирования определяются количеством размещённых на полигоне отходов, температурными параметрами атмосферы в районе расположения объекта;

– по истечении периода полного сбраживания органической части отходов происходит стабилизация объёмов эмиссии биогаза; после закрытия этих объектов эмиссия биогаза прекращается постепенно, также за период полного сбраживания органической части отходов;

– массы загрязняющих веществ, выбрасываемых в атмосферу в результате сгорания отходов на выборочных полигонах ТКО, определяются количеством накопленных отходов и, соответственно, возрастом объекта;

– глубина зоны токсического задымления определяется для отдельных компонентов и зависит от их свойств и характеристик;

– визуализация расчётных зон токсического задымления позволяет определить зону потенциального воздействия компонентов дымовых газов для каждого исследуемого объекта;

– предлагаемый подход к моделированию влияния объектов размещения отходов на воздушную среду позволяет определить газовый потенциал разновозрастных полигонов ТКО, что актуально для разработки систем сбора и утилизации биогаза на проектируемых, действующих и закрытых объектах;

– предлагаемый подход к моделированию и прогнозированию воздействия горения отходов на воздушную среду позволяет оценить количественные и пространственные масштабы этого процесса по некоторым компонентам дымовых газов, что актуально для разработки систем экологического мониторинга при пожарах на полигонах ТКО;

– развитие предложенных методологических подходов заключается в создании программных комплексов для ускорения и упрощения процедуры расчётов и моделирования; для более полной оценки воздействия

токсического задымления необходимо расширение расчётного перечня компонентов, присутствующих в дымовых газах.

Таким образом, адаптация методологии информационного, в т. ч. ретроспективного, моделирования к системе «полигон ТКО – окружающая среда» позволяет наглядно продемонстрировать, оценить и спрогнозировать динамику газо-эмиссионных процессов.

На основе полученных данных можно выработать рекомендации по минимизации экологического воздействия системы «полигон ТКО – окружающая среда» на любом этапе её существования, что позволяет оптимизировать процесс управления такой системой, определяя приоритетные направления разработки организационно-технических мероприятий по обеспечению её экологической безопасности.

ЛИТЕРАТУРА

1. Анализ основных тенденций развития системы обращения с отходами в России: проблемы и перспективы / Ю. М. Жукова, С. Н. Никулина, О. В. Яковлева, Е. А. Черикановa // Экология и промышленность России. 2020. № 24. С. 66–71.
2. Арманд А. Д. Информационные модели природных комплексов. М.: Наука, 1975. 125 с.
3. Ашихмина Т. В. Геоэкологический анализ состояния окружающей среды и природоохранные рекомендации в районе расположения полигонов ТБО Воронежской области: дис. … канд. геогр. наук. М., 2014. 136 с.
4. Ашихмина Т. В., Каверина Н. В., Куприенко П. С. Анализ негативных экологических последствий эксплуатации полигона твёрдых коммунальных отходов г. Воронежа на разных этапах его жизненного цикла // Региональные геосистемы. 2020. Т. 44. № 3. С. 343–358.
5. Батракова Г. М., Бояршинов М. Г., Горемыкин В. Д. Моделирование переноса и рассеивания в атмосферном воздухе метана, эмитированного с территории захоронения твёрдых бытовых отходов // Вестник Воронежского университета. Геология. 2005. № 1. С. 256–262.
6. Вайсман Я. И., Вайсман О. Я., Максимова С. В. Управление метаногенезом на полигонах твёрдых бытовых отходов. Пермь, Книжный мир, 2003. 231 с.
7. Еланцева Е. Н., Середа Т. Г., Костарев С. Н. Моделирование процессов управления качеством окружающей среды в зоне воздействия полигонов захоронения отходов // Современные наукоемкие технологии. 2018. № 6. С. 69–76.
8. Итышев И. К., Потапова С. О. О проблемах пожарной безопасности твёрдых бытовых отходов и мест их хранения // Пожарная безопасность: проблемы и перспективы. 2018. Т. 1. С. 292–300.
9. Медведков А. А., Полищук М. И., Никитин Б. В. Размещение новых производств по переработке отходов в регионе // Твёрдые бытовые отходы. 2020. № 12. С. 52–56.
10. Методика расчёта количественных характеристик выбросов загрязняющих веществ в атмосферу от полигонов твёрдых бытовых и промышленных отходов / Н. Ф. Абрамов, Э. С. Санников, Н. В. Русаков, М. Б. Миляев, Р. Г. Халевин, А. В. Лифанов, Н. С. Буренин и др. М., 2004. 21 с.
11. Мочалова Л. А., Гриненко Д. А., Юрак В. В. Система обращения с твёрдыми коммунальными отходами: зарубежный и отечественный опыт // Известия Уральского государственного горного университета. 2017. № 3. С. 97–101.
12. Обратное моделирование как метод измерения эмиссии метана из полигонов ТБО: сравнение различных подходов / А. Ф. Сабреков, И. Е. Терентьева, М. В. Глаголев,

О. Р. Коцюрбенко // Математическое моделирование в экологии: мат-лы конф. / под ред. П. Я. Рабарника, Д. О. Логофета. Пущино, 2017. С. 187–188.
13. Оптимизация системы ресурсосберегающего обращения со строительными отходами в Воронежской области как фактор снижения антропогенной нагрузки на окружающую среду / Т. В. Ашихмина, С. Н. Золотухин, П. С. Куприенко, В. А.Помогалов // Наука, технологии, общество: экологический инжиниринг в интересах устойчивого развития территорий: сб. науч. трудов. Вып. 6. Красноярск, 2022. С. 694–703.
14. Храмцов Б. А., Болотских Т. Г., Юрьев А. М. Прогнозирование чрезвычайных ситуаций природного характера. Белгород, 2006. 25 с.
15. Ashikhmina T. V. A systematic approach to modeling complex processes of interaction between waste disposal facilities and the environment in the ecological safety of antropogenic geoecological systems managemen // Учёные записки Крымского федерального университета имени В. И. Вернадского. География. Геология. 2021. Т. 7. № 2. С. 291–306.
16. Dregulo A. M., Bobylev N. G. Integrated Assessment of Groundwater Pollution from the Landfill of Sewage Sludge // Journal of Ecological Engineering Volume. 2021. № 22. Iss. 1. P. 68–75.
17. Matei I. V., Ungureanu L. Survey on integrated modelling applied in environmental engineering and management // Environmental engineering and management journal. 2014. № 13. P. 1027–1038.
18. Ping Tang, Youcai Zhao, Dan Liu. A laboratory study on stabilization criteria of semi-aerobic landfill // Waste Management & Research. 2009. № 26. P. 566–572.
19. Spatio-dynamic Modelling of Environmental Safety of the Russian Federation Regions / V. Glinskiy, L. Serga, M. Khvan, K. Zaykov // Procedia Manufacturing. 2017. № 8. P. 315–322.
20. Strizhenok A. V., Ivanov A. V. Monitoring of Air Pollution in the Area Affected by the Storage of Primary Oil Refining Waste // Journal of Ecological Engineering. 2021. Vol. 22. Iss. 1. P. 60–67.
21. The role of aerobic activity on refuse temperature rise: II. Experimental and numerical modelling / S. Lanini, D. Houi, O. A. Juбrez, X. Lefebvre // Waste Management & Research. 2001. № 19. P. 58–69.

REFERENCES

1. Zhukova Yu. M., Nikulina S. N., Yakovleva O. V., Cherikanova E. A. [Analysis of the main trends in the development of the waste management system in Russia: problems and prospects]. In: *Ekologiya i promyshlennost Rossii* [Ecology and industry of Russia], 2020, no. 24, pp. 66–71.
2. Armand A. D. *Informatsionnyye modeli vneshnego vida kompleksov* [Information models of natural complexes]. Moscow, Nauka Publ., 1975. 125 p.
3. Ashikhmina T. V. *Geoekologicheskiy analiz sostoyaniya okruzhayushchey sredy i prirodookhrannyye rekomendatsii v rayone raspolozheniya poligonov TBO Voronezhskoy oblasti: dis. … kand. geogr. nauk* [Geoecological analysis of the state of the environment and environmental recommendations in the area of solid waste landfills in the Voronezh region: Cand. Sci thesis in Geogrefical Sciences]. Moscow, 2014.136 p.
4. Ashikhmina T. V., Kaverina N. V., Kuprienko P. S. [Analysis of the negative environmental consequences of the operation of the municipal solid waste landfill in Voronezh at different stages of its life cycle]. In: *Regionalnyye geosistemy* [Regional Geosystems], 2020, vol. 44, no. 3, pp. 343–358.
5. Batrakova G. M., Boyarshinov M. G., Goremykin V. D. [Modeling the transfer and dispersion of methane emitted from the territory of solid waste disposal in the atmospheric air]. In:

Vestnik Voronezhskogo universiteta. Geologiya [Bulletin of Voronezh University. Geology], 2005, no. 1, pp. 256–262.
6. Vaisman Ya. I., Vaisman O. Ya., Maksimova S. V. *Upravleniye metanogenezom na poligonakh tvordykh otkhodov* [Management of methanogenesis at solid waste landfills]. Perm, Knizhnyy mir Publ., 2003. 231 p.
7. Elantseva E. N., Sereda T. G., Kostarev S. N. [Modeling of environmental quality management processes in the impact zone of waste disposal sites]. In: *Sovremennyye naukoyemkiye tekhnologii* [Modern science-intensive technologies], 2018, no. 6, pp. 69–76.
8. Ityshev I. K., Potapova S. O. [About the problems of fire safety of solid household waste and their storage places]. In: *Pozharnaya bezopasnost: problemy i perspektivy* [Fire safety: problems and prospects], 2018, vol. 1, pp. 292–300.
9. Medvedkov A. A., Polishchuk M. I., Nikitin B. V. [Placement of new waste processing plants in the region]. In: *Tvordyye bytovyye otkhody* [Solid household waste], 2020, no. 12, pp. 52–56.
10. Abramov N. F., Sannikov E. S., Rusakov N. V., Milyaev M. B., Khalevin R. G., Lifanov A. V., Burenin N. S., et al. *Metodika rascheta kolichestvennykh kharakteristik zagryaznyayushchikh veshchestv v okruzhayushchey srede ot poligonov tvordykh posetiteley i promyshlennykh otkhodov* [Methodology for calculating the quantitative characteristics of emissions of pollutants into the atmosphere from landfills of solid household and industrial waste]. Moscow, 2004. 21 p.
11. Mochalova L. A., Grinenko D. A., Yurak V. V. [Municipal solid waste management system: foreign and domestic experience]. In: *Izvestiya Ural'skogo sluzhashchego gornogo universiteta* [News of the Ural State Mining University], 2017, no. 3, pp. 97–101.
12. Sabrekov A. F., Terentyeva I. E., Glagolev M. V., Kotsyurbenko O. R. [Inverse modeling as a method for measuring methane emissions from solid waste landfills: comparison of different approaches]. In: Rabarnik P. Ya., Logofeta D. O., eds. *Matematicheskoye modelirovaniye v ekologii* [Mathematical modeling in ecology]. Pushchino, 2017, pp. 187–188.
13. Ashikhmina T. V., Zolotukhin S. N., Kuprienko P. S., Pomogalov V. A. [Optimization of the system of resource-saving management of construction waste in the Voronezh region as a factor in reducing anthropogenic load on the environment]. In: *Nauka, tekhnologii, obshchestvo: Ekologicheskiy inzhiniring v neozhidannom razvitii territoriy* [Science, technology, society: environmental engineering in the interests of sustainable development of territories: collection. scientific works Vol. 6.] Krasnoyarsk, 2022. pp. 694–703.
14. Khramtsov B. A., Bolotskikh T. G., Yuryev A. M. *Prognozirovaniye vozniknoveniya situatsiy prirodnogo kharaktera* [Forecasting natural emergency situations]. Belgorod, 2006. 25 p.
15. Ashikhmina T. V. A systematic approach to modeling complex processes of interaction between waste disposal facilities and the environment in the ecological safety of antropogenic geoecological systems managemen. In: *Uchonyye zapiski Krymskogo federalnogo universiteta imeni V. I. Vernadskogo. Geografiya. Geologiya* [Scientific notes of the Crimean Federal University named after V. I. Vernadsky. Geography. Geology], 2021, vol. 7, no 2, pp. 291–306.
16. Dregulo A. M., Bobylev N. G. Integrated Assessment of Groundwater Pollution from the Landfill of Sewage Sludge. In: *Journal of Ecological Engineering Volume*, 2021, no. 22, iss. 1, pp. 68–75.
17. Matei I. V., Ungureanu L. Survey on integrated modelling applied in environmental engineering and management. In: *Environmental engineering and management journal*, 2014, no. 13, pp. 1027–1038.
18. Ping Tang, Youcai Zhao, Dan Liu. A laboratory study on stabilization criteria of semi-aerobic landfill. In: *Waste Management & Research*, 2009, no 26, pp. 566–572.

19. Glinskiy V., Serga L., Khvan M., Zaykov K. Spatio-dynamic Modelling of Environmental Safety of the Russian Federation Regions. In: *Procedia Manufacturing*, 2017, no. 8, pp. 315–322.
20. Strizhenok A. V., Ivanov A. V. Monitoring of Air Pollution in the Area Affected by the Storage of Primary Oil Refining Waste. In: *Journal of Ecological Engineering,* 2021, vol. 22, iss. 1, pp. 60–67.
21. Lanini S., Houi D., Juбrez O. A., Lefebvre X. The role of aerobic activity on refuse temperature rise: II. Experimental and numerical modeling. In: *Waste Management & Research,* 2001, no. 19, pp. 58–69.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРЕ

Ашихмина Татьяна Валентиновна – кандидат географических наук, доцент кафедры техносферной и пожарной безопасности факультета инженерных систем и сооружений, Воронежский государственный технический университет;
e-mail: tv_ashikhmina@bk.ru

INFORMATION ABOUT THE AUTHOR

Tatiana V. Ashikhmina – PhD (Geography), Assoc. Prof., Department of Technosphere and Fire Safety, Faculty of Engineering Systems and Structures, Voronezh State Technical University;
e-mail: tv_ashikhmina@bk.ru

ПРАВИЛЬНАЯ ССЫЛКА НА СТАТЬЮ

Ашихмина Т. В. Моделирование влияния объектов размещения отходов на воздушную среду (на примере полигонов ТКО Воронежской области) // Географическая среда и живые системы. 2023. № 3. С. 59–79.
DOI: 10.18384/2712-7621-2023-3-59-79

FOR CITATION

Ashikhmina T. V. Modeling of the impact of waste disposal facilities on the air environment (using the example of landfills of the Voronezh region). In: *Geographical Environment and Living Systems*, 2023, no. 3, pp. 59–79.
DOI: 10.18384/2712-7621-2023-3-59-79

УДК 630*161
DOI: 10.18384/2712-7621-2023-3-80-95

«ЗЕЛЁНАЯ ИНФРАСТРУКТУРА» КАК КЛЮЧЕВОЙ ЭЛЕМЕНТ В КОНЦЕПЦИИ СОХРАНЕНИЯ И РАЗВИТИЯ ЭКОСИСТЕМЫ ОЗЕРА КЕНОН

Желибо Т. В.[1], Банщикова Е. А.[2], Куклин А. П.[3]

[1] *Институт природных ресурсов, экологии и криологии Сибирского отделения Российской академии наук, 672014, г. Чита, ул. Недорезова, д. 16а, Российская Федерация; e-mail: zhelibo@mail.ru*

[2] *Институт природных ресурсов, экологии и криологии Сибирского отделения Российской академии наук, 672014, г. Чита, ул. Недорезова, д. 16а, Российская Федерация; e-mail: kait1986@mail.ru*

[3] *Институт природных ресурсов, экологии и криологии Сибирского отделения Российской академии наук, 672014, г. Чита, ул. Недорезова, д. 16а, Российская Федерация; e-mail: kap0@mail.ru*

Поступила в редакцию 07.03.2023
После доработки 15.05.2023
Принята к публикации 31.05.2023

Аннотация

Цель. Сформировать концепцию по предупреждению и своевременной защите экосистемы оз. Кенон (западная часть г. Читы, Забайкальский край) от внешних и внутренних угроз.

Процедура и методы. Проработаны исследования в области лесоразведения и лесовосстановления. Выделены функциональные зоны в зависимости от выполняемой роли в экосистеме, состава поступающих загрязнений, позволяющих предупредить развитие эрозионных процессов.

Результаты. Разработан комплекс мероприятий по сохранению экосистемы озера, учитывающий ландшафтную дифференциацию территории.

Теоретическая и/или практическая значимость. Созданы функциональные зоны, служащие основой для проведения мероприятий, усиливающих способность к самоочищению либо снижающих негативное влияние на экосистему. Разработанный комплекс мероприятий по благоустройству территорий с полноценной инфраструктурой позволит объединить в себе возможности для активного отдыха, а также простимулирует развитие экономики и повысит инвестиционную привлекательность города.

Ключевые слова: ветровая и водная эрозии, «зелёная инфраструктура», Концепция, лесной питомник, лесозащитные полосы, озеро Кенон, «природный каркас»

Благодарности. Авторы выражают благодарность сотрудникам лабораторий географии и регионального природопользования, водных экосистем Института природных ресурсов, экологии и криологии СО РАН за сотрудничество в разработке Концепции по охране оз. Кенон и за разработку «Программы Забайкальского края по сохранению экосистемы озера Кенон». Работа выполнена в рамках государственного задания ИПРЭК СО РАН по теме № FUFR-2021–0001.

© CC BY Желибо Т. В., Банщикова Е. А., Куклин А. П., 2023.

"GREEN INFRASTRUCTURE" AS A KEY ELEMENT IN THE CONCEPT OF CONSERVATION AND DEVELOPMENT OF THE ECOSYSTEM OF LAKE KENON

T. Zhelibo, E. Banshchikova, A. Kuklin

[1] *Institute of Natural Resources, Ecology and Cryology, Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences, ul. Nedorezova 16a, Chita 672014, Russian Federation; e-mail: zhelibo@mail.ru*

[2] *Institute of Natural Resources, Ecology and Cryology, Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences, ul. Nedorezova 16a, Chita 672014, Russian Federation; e-mail: kait1986@mail.ru*

[3] *Institute of Natural Resources, Ecology and Cryology, Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences, ul. Nedorezova 16a, Chita 672014, Russian Federation; e-mail: kap0@mail.ru*

Received 07.03.2023
Revised 15.05.2023
Accepted 31.05.2023

Abstract

Aim. An attempt is made to form a concept for the prevention and timely protection of the Lake Kenon (western part of the city of Chita, Trans-Baikal Territory) ecosystem from external and internal threats.

Methodology. Research in the field of afforestation and reforestation has been worked out. Functional zones have been identified, depending on the role played in the ecosystem, the composition of incoming pollutants, allowing one to prevent the development of erosion processes**.**

Results. A set of measures to preserve the ecosystem of the lake has been developed, taking into account the landscape differentiation of the territory.

Research implications. Functional zones are identified that serve as the basis for carrying out activities to enhance the ability to self-clean, or reduce the negative impact on the ecosystem. The developed complex of measures for the improvement of territories with a full-fledged infrastructure will allow one to combine opportunities for active recreation and to stimulate the development of the economy and increase the investment attractiveness of the city.

Keywords: wind and water erosion, "green infrastructure", Concept, forest nursery, forest protection strips, Lake Kenon, "natural framework"

Acknowledgments. The authors are grateful to the staff of the Laboratories of Geography and Regional Nature Management and Aquatic Ecosystems of the Institute of Natural Resources, Ecology and Cryology SB RAS for cooperation in the development of the Concept for the Protection of Lake Kenon and for the development of the "Program of the Trans-Baikal Territory for the conservation of the ecosystem of Lake Kenon".

The work was carried out within the framework of the state assignment of the INREC SB RAS on the topic No. FUFR-2021–0001

Введение

Озеро Кенон является одной из достопримечательностей столицы Забайкальского края – г. Читы. Нахождение озера в пределах городской черты обуславливает высокую антропогенную нагрузку на экосистему через стоки с селитебных территорий, с золошлакоотвала (ЗШО) Читинской ТЭЦ-1, железной дороги и городского пляжа.

Более 50 лет озеро используется в качестве водоёма-охладителя Читинской ТЭЦ-1. На протяжении длительного времени загрязнение водоёма вызывает беспокойство как научного сообщества, так и жителей г. Читы [9; 10; 12; 13; 14; 16; 17; 18]. Уменьшение потока загрязнения с водосборной территории и создание в водоёме условий для эффективной утилизации и/или захоронения поступающих загрязнений является одной из сложных и важных задач по сохранению устойчивого функционирования экосистемы оз. Кенон.

Необходимо комплексное решение проблемы сохранения и развития экосистемы озера. С использованием многолетнего опыта и данных научных исследований учёных предложено взять взять за основу «зелёную инфраструктуру». Одним из основных принципов данной структуры является функционирование для «сохранения и развития окружающей среды и общества» [5; 11].

Увеличение лесистости способствует поддержанию оптимального водного режима на водосборной площади и позволяет защитить почву от ветровой и водной эрозии, уменьшить испарение воды с поверхности озера, улучшить тем самым качество воды и микроклимат, в т. ч. и при рекреационном использовании озера [14, с. 628]. Обилие высшей водной растительности в водоёме способствует высокой прозрачности воды и, как следствие, рекреационной привлекательности водоёма. Прибрежные насаждения выступают одним из основных элементов в Концепции сохранения и развития экосистемы оз. Кенон. Разработанная стратегия направлена на создание взаимосвязанных, стабильно развивающихся зелёных насаждений (объектов), предназначенных для удовлетворения рекреационных потребностей горожан, заключающаяся в восстановлении (экореабилитации) природного каркаса, приуроченного к гидрографической сети города [1, с. 3].

Согласно исследованиям В. П. Бобринева и Л. Н. Пак лесистость вокруг оз. Кенон должна составлять не менее 6% (210 га) от площади водосбора озера [8, с. 628]. Существующие на сегодняшний день насаждения, расположенные в прибрежной защитной полосе озера, как и проходящие вдоль Транссибирской магистрали, значительно повреждены и уже не выполняют своих защитных и водоохранных функций. Поэтому в данной работе исследуется возможность и предлагаются подходы по использованию древесной и кустарниковой растительности для создания искусственных лесозащитных насаждений. Это позволит детализировать положения «зелёных» элементов в Концепции сохранения экосистемы оз. Кенон и может служить планом для расчёта лесовосстановительных мероприятий.

В работе используются результаты научных исследований международного и отечественного опыта в области лесоразведения и лесовосстановления [3; 7; 8; 19].

По классификации В. П. Бобринева и Л. Н. Пак, основанной на степени эродированности и потенциальной эрозионной опасности с учётом характера рельефа и микрорельефа, водосборная площадь озера разделена на зоны:

– *приводораздельную* (площади, подверженные ветровой эрозии, уклоном до 4°);

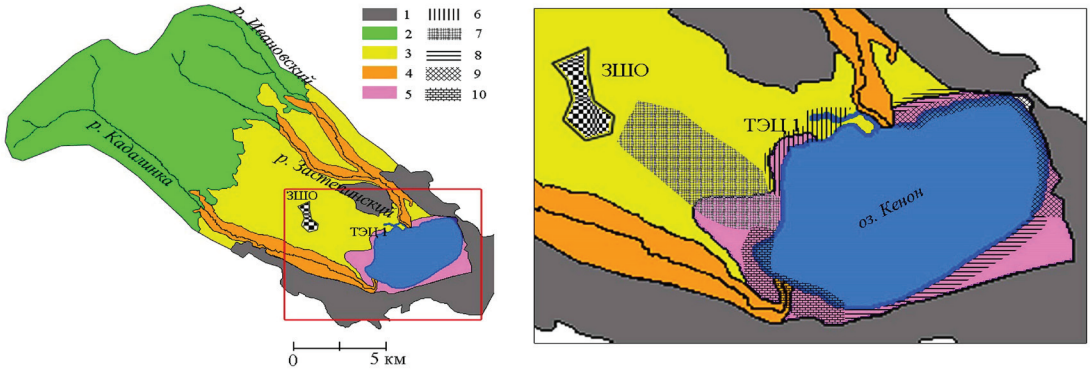
– *присетевую* (площади с процессом плоскостной эрозии, уклоном 4–8°, прилегающие к приводораздельной зоне);

– *гидрографическую* (участки крутизной более 8°, встречающиеся ложбины, лощины, суходолы, балки и долины) зоны [7; 8].

Наши исследования в основной своей массе проведены в границах гидрографической зоны (рис. 1).

Также были использованы результаты личного опыта по созданию защитных лесных полос с целью уменьшения поступления в экосистему загрязнений (в 2017–2020 гг. на территории ЗШО Читинской ТЭЦ-1) [2; 6; 15]. Схематическое изображение посадок было сделано в программе «AutoCad». Графическое представление объекта исследования основывается на космоснимках программы «Google Earth» (рис. 1).

При планировании «зелёной инфраструктуры» в пределах гидрографической зоны были исследованы условия, которые определили основные принципы выделения «зелёных зон» (склоновая, стоковая, рекреационная, техногенная). На основе карты-схемы лесорастительных условий и кадастрового разграничения исследуемой территории установлены границы функциональных зон и создан проект растительных насаждений. Основой данной системы озеленения в пределах гидрографической зоны являются хвойные и листопадные деревья, кустарники и многолетние травы. Их использование позволит создать буфер для поступающих с водосбора различного рода загрязнений. Другая функция



(а) и функциональных зон (б) на водосборе оз. Кенон: 1 – городская агломерация.
Лесные насаждения: 2 – покрытая лесом площадь, 3 – водорегулирующие, 4 – прибалочные, 5 – приовражные.
Функциональные зоны: 6 – техногенная, 7 – стоковая, 8 – склоновая, 9 – рекреационная, 10 – воспроизводственная

Рис. 1 / Fig. 1. Схема размещения лесных насаждений (по Бобринев, 1998) / Layout of forest plantations (from Bobrinev, 1998)

Источник: переработано авторами по данным [4]

растительных насаждений – формирование самоподдерживающегося пространства, предоставляющего жителям и гостям города возможность получения полноценного культурного и активного отдыха. Увеличение плотности растительных насаждений в прибрежной полосе позволит приблизить экосистему озера к естественным условиям доиндустриального периода.

Ниже приводится краткая характеристика функциональных зон и предполагаемые мероприятия по их озеленению. Использованы следующие виды растений:

1. главные породы: *Pinus sylvestris* L. (сокр. Pi.s.), *Larix gmelinii* (Rupr.) Rupr. (L.g.), *Betula pendula* Roth (B.p.), *Populus balsamifera* L. (P.b.);

2. сопутствующие породы: *Ulmus pumila* L. (U.p.), *Padus avium* Miller (Pa.a.), *Malus baccata* (L.) Borkh. (M.b.);

3. кустарники: *Prunus sibirica L.* (Pr.s.), *Caragana arborescens* Lam. (C.a.); *Ribes diacantha* Pall. (R.d.), *Salix caprea* L. (S.c.);

4. колючие кустарники: *Crataegus dahurica* Koehne ex Schneider (Cr.d.), *Caragana spinosa* (L.) Vahl ex Hornem. (C.s.), *Hippophae rhamnoides* L. (H. rh.);

5. корнеотпрысковые породы: *Elaeagnus commutata* Bernh. ex Rydb. (El. com.);

6. травосмеси на основе *Bromopsis inermis* (Leyss.) Holub (B.in.), *Festuca pratensis* Huds. (F. p.) и др.

Функциональные зоны и предполагаемые мероприятия по их озеленению

Склоновая зона. Склоны различной крутизны встречаются по северному и юго-восточному берегам оз. Кенон. Крутые прибрежные склоны представляют опасность в результате сползания грунта в результате плоскостной эрозии (рис. 2).

На склонах вокруг озера наблюдаются 2 вида эрозии: плоскостная и овражная. Почва, не закреплённая растительностью, не может препятствовать водной эрозии. При плоскост-

а б

Рис. 2 / Fig. 2. Примеры плоскостной эрозии на юго-восточном (а) и овражной эрозии на северном (б) берегах оз. Кенон / Examples of planar erosion on the southeastern (a) and gully erosion on the northern (b) shores of Lake Kenon

Источник: фото Е. А. Банщиковой

ной эрозии происходит разрушение и смыв верхнего наиболее плодородного слоя почвы. Смыв сильнее на солнечных склонах, где почва менее связана. При атмосферных осадках преимущественного ливневого характера необлесённые и незадернованные бесструктурные уплотнённые почвы не успевают впитывать влагу, образуются водо-грязевые потоки, которые стекают вниз по склонам и попадают в озеро. Поступление в водоём почвы с растительными остатками можно приравнять к поступлению органического загрязнения, что неблагоприятно влияет на экосистему водоёма.

Придерживаясь классификации, предложенной ранее другими авторами, на юго-восточных склонах необходимо создавать склоновые или почвоукрепляющие лесные полосы (ЛП). При облесении берегов с пологими склонами лесную полосу создают в непосредственной близости (10–15 м) от нормального подпёртого горизонта. Необходимо создать четырёхрядную полосу только из кустарниковых ив с расстоянием между рядами 1 м, в ряду – 0,5 м. Также можно использовать *Prunus sibirica*, *Malus baccata*, *Padus avium* как редкую примесь к ивам с целью эстетичности данных лесонасаждений.

По северному берегу оз. Кенон имеются многочисленные овраги и промоины. В таких местах следует высаживать берегоукрепляющие породы, которые благодаря мощной корневой системе и обилию корневых отпрысков замедляют скорость течения воды и отфильтровывают твёрдый сток. Овраги I стадии развития необходимо засыпать почвой, провести посадку корнеотпрысковых кустарников с одновременным применением травосмеси. Для оврагов в III стадии развития, когда откосы оврага приобретают уклон, близкий к углу естественного откоса для данного грунта, предлагается проведение их облесения. Для оврагов в IV стадии целесообразно производить облесение и откосов, и дна оврагов. Облесение крутых склонов оврагов нужно проводить в несколько приёмов и начинать работы снизу с теневых склонов, затем переходить к зоне оттенения деревьями и далее к остальным склонам. Подготовка почвы при облесении оврагов на берегах озера зависит от крутизны, состояния склонов, интенсивности эрозии. Большая крутизна, расчленённость промоинами во многих случаях не позволяют механизировать работы. Поэтому подготовку почвы нужно проводить кармашками, террасами и канавками (рис. 3).

Стоковая зона. Охватывает ореол распространения сульфатного загрязнения от золоотвала и основной вектор от пыления ЗШО. Формирующийся за счёт дренажных вод ЗШО ручей протекает по дну оставленного в 1973 г. и нерекультивированного ЗШО.

На склонах крутизной до 4° с учётом розы ветров наиболее приемлемым будет создание комплексных ветрозащитных и водорегулирующих ЛП. Рекомендуется: 1) располагать полосы поперёк склона (по горизонтали) на расстоянии не более 200 м; 2) создавать ажурные ЛП шириной 18–20 м; при обработке почвы использовать пахоту поперёк склона (по горизонталям). Посадка проводится рядами в шахматном порядке с расстоянием между рядами в 3 м с использованием лесопосадочных машин или мечом Колесова. Расстояние в рядах зависит от вида

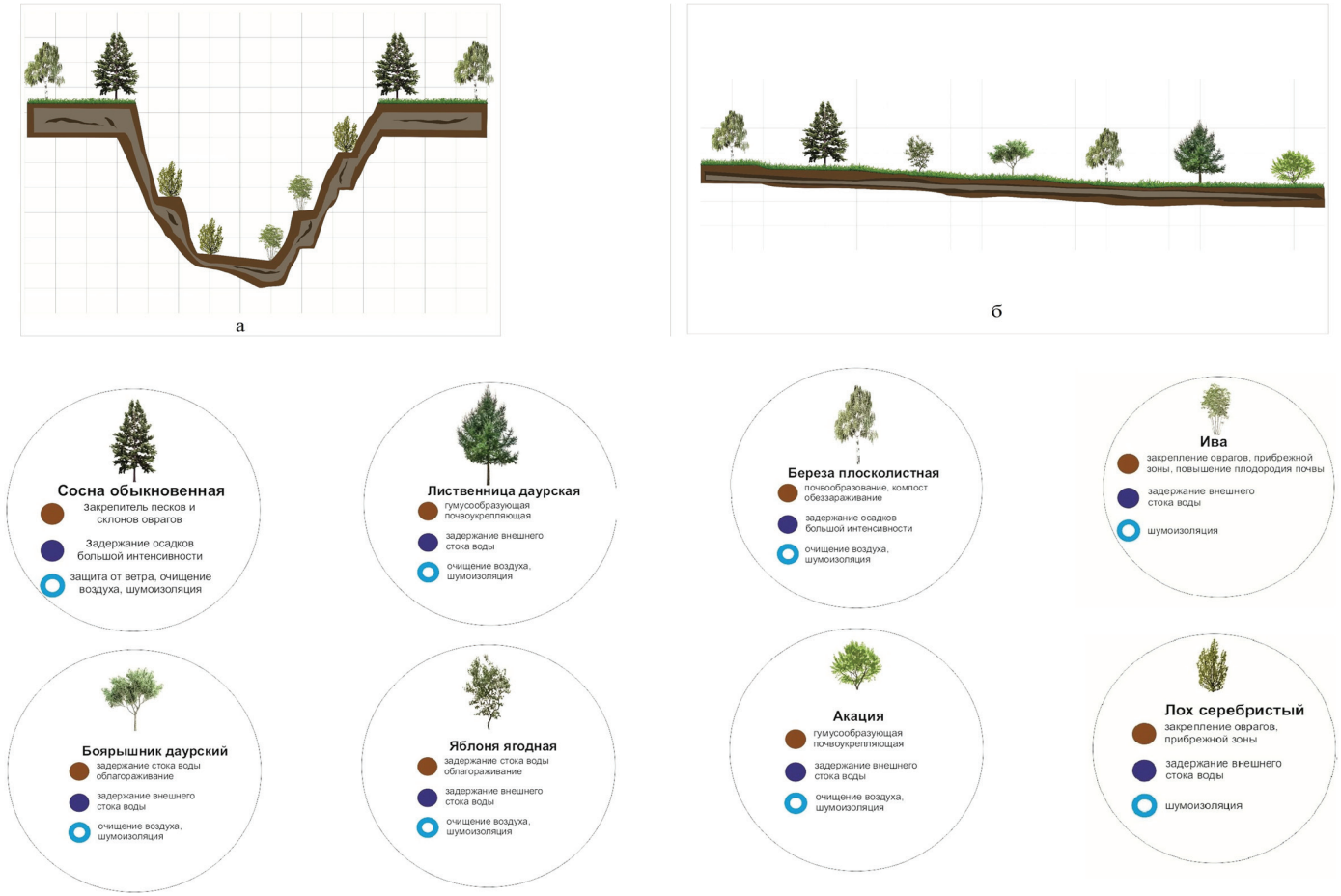


Рис. 3 / Fig. 3. Схема вертикальной планировки противоэрозионной лесной полосы (а) и водорегулирующей полосы (б) / Schematic of the vertical planning of the anti-erosion forest belt (a) and the water-regulating belt (b)

Источник: составлено И. Г. Тепляковым по данным авторов

растений. Кустарники размещают через 1 м, главные и сопутствующие породы – через 1,5–2 м. Рекомендуется шести-семирядная схема посадки засухоустойчивыми, светолюбивыми, малотребовательными породами по отношению к питательным веществам в почве (рис. 3).

В пределах выделенной зоны в 2017 г. был проведён натурный эксперимент по созданию ветрозащитных, углерод депонирующих, пыле задерживающих и почвоукрепляющих лесных полос, расположенных в зоне интенсивного влияния действующего ЗШО Читинской ТЭЦ-1 ПАО «ТГК–14». Специально подобранный посадочный материал, отвечавший всем необходимым требованиям, и созданные комфортные условия посадки позволили повысить приживаемость саженцев до 60%. В настоящий момент в санитарно-защитной зоне посажены 4 лесозащитных полосы. Результаты адаптации методики посадки опубликованы в работах [2; 6; 15].

Рекреационная зона. Расположение водоёма внутри городской территории приводит к интенсивному использованию прибрежной территории и акватории горожанами. С северо-восточной стороны озера расположен городской пляж, активно используемый горожанами для отдыха в летнее время. Малая площадь городского пляжа ведёт к использованию значительной части прибрежной береговой полосы для «отдыха дикарями», в связи с чем побережье покрыто оврагами, дорогами (рис. 4а). Близость селитебных территорий, в которых отсутствуют парки и скверы, делает возможным создание в прибрежной полосе многофункциональных и всесезонных рекреационных зон (рис. 4б). Создание парковых зон отдыха для комфортной городской

а б

Рис. 4 / Fig. 4. Окрестности северо-восточного берега оз. Кенон (а) и пример озеленения городского водоёма (б) / Neighborhood of the northeastern shore of Lake Kenon (a) and an example of urban water body landscaping (b)

Источник: а – фото Е. А. Банщиковой
б – Открытый конкурс на разработку концепции набережных системы озёр Кабан [сайт]. URL: http://www.kazanlakes.com/news/20-itogi-konkursa-fotogalereya (дата обращения: 16.05.2022)

среды и оздоровления населения с обязательным благоустройством, архитектурно-ландшафтной организацией требует проработки отдельных проектов с привлечением разных специалистов. Нами предлагается, в первую очередь, создать берегоукрепляющие и почвозащитные ЛП. В связи с тем, что на данной территории распространены бедные почвы, предлагается высаживать засухоустойчивые древесные породы, а ближе к водоёму – влаголюбивые виды ив; на более плодородных почвах – ряды из кустарников. В отдельных местах целесообразно вводить водоохранные, противоэрозионные и почвозащитные ЛП. Прибалочные полосы закладывают шириной 20–30 м. В крайние ряды со стороны поля для защиты полосы от скота необходимо вводить колючие кустарники. Со стороны оврага целесообразно высаживать корнеотпрысковые породы для закрепления откосов. Смешение пород, как правило, следует производить частыми рядами, а в широких полосах – целесообразно сопутствующие породы высаживать по 2 ряда. Вводить в полосы надо породы, нетребовательные к плодородию почвы, имеющие мощную корневую систему.

Техногенная зона. Охватывает территорию ТЭЦ-1 и прилегающую акваторию. Зона наибольшего антропогенного загрязнения и изменения в функционировании экосистемы водоёма. Для подобных территорий необходимо создавать приовражные лесополосы, вдоль бровок оврагов, которые образуются при концентрации поверхностного стока с предприятия, при этом облесение берегов с пологими склонами производить в непосредственной близости (10–15 м) от берега. Например, ближе к воде высаживать кустарниковые (*Salix caprea*, *Crataegus dahurica*), а дальше от воды размещать древесные породы, произрастающие в условиях краткосрочного подтопления (*Populus balsamifera*, *Betula pendula*, *Larix gmelinii*, *Ulmus pumila*, *Prunus sibirica*, *Malus baccata*).

Создание «зелёного пространства» вокруг оз. Кенон и озеленение прибрежной зоны потребует большого количества посадочного материала, адаптированного для данной территории. Для снижения стоимости саженцев и трудозатрат по доставке к местам посадок целесообразно создать лесной питомник в границах рассматриваемой территории. В дальнейшем он может быть использован для озеленения городской среды. Оптимально разместить питомник древесных и кустарниковых растений у юго-западного прибрежья оз. Кенон.

В рамках выделенных функциональных зон определены 15 участков лесовосстановления, каждый из которых из-за особенностей своего месторасположения должен выполнять ветрозащитную, водорегулирующую, противоэрозионную и почвоукрепляющую функции. Ниже приведены схема и сводная таблица породного состава участков лесовосстановления (рис. 5, табл. 1).

Учитывая проблемы каждой функциональной зоны и ландшафтные условия района исследования, коллективным трудом сотрудников Института природных ресурсов, экологии и криологии СО РАН прорабатывалась «Концепция сохранения и развития экосистемы озера Кенон». Целью работы является разработка комплекса мероприятий по предупреждению и

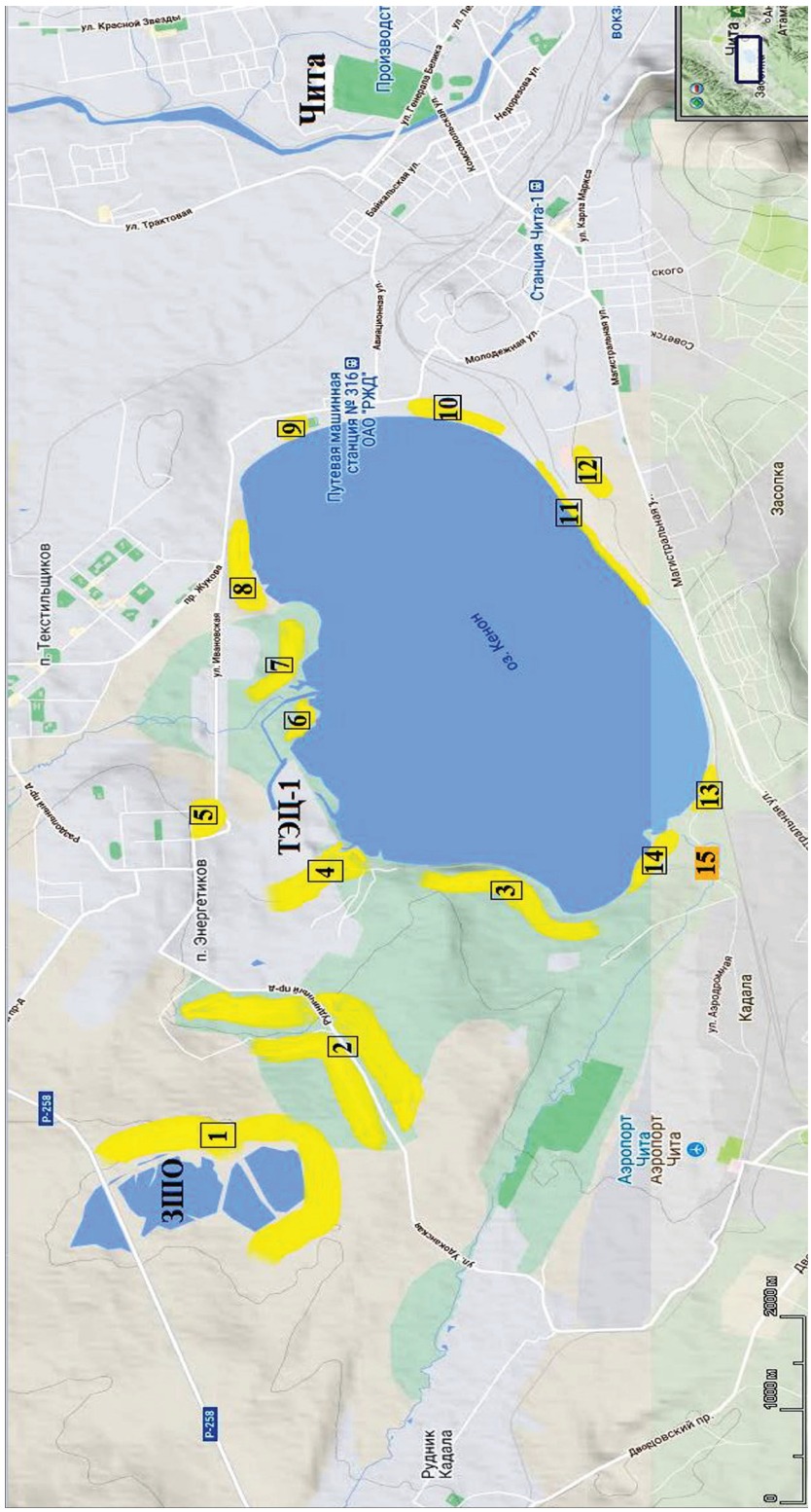


Рис. 5 / Fig. 5. Схематичное распределение участков лесовосстановления / Schematic distribution of reforestation sites

Источник: составлено авторами

Таблица 1 / Table 1

Участки («зелёные зоны») лесовосстановления на водосборе оз. Кенон / Green areas for reforestation in the Kenon Lake watershed

Приводораздельный фонд	Присетевой фонд		Гидрографический фонд
	Прибалочные лесополосы	Приовражные лесополосы	
№ 1 и № 2 – система ветроломных полезащитных лесных полос (Pi.s.; B.p.; U.p.; P.b.; Pr.s.; M.b.; C.a.; Cr.d.). № 12 – лесные полосы для снижения уровня шума, скорости ветра (Pi.s.; B.p.; U.p.; P.b.)	№ 3 – водопоглощающие полосы для задержки поверхностного стока и защиты от плоскостной эрозии (Pa.a.; M.b.; C.a.; El. com.); № 10 – парк «Город» для комфортной городской среды и оздоровления населения с обязательным благоустройством и архитектурно-ландшафтной организацией (M.b.; Pa.a.; Pr.s.; R.d.; C.a. и др.); № 14 – система групповых посадок для защиты участка от скота (Pa.a.; Cr.d.; H. rh.)	№ 4 – система приовражных лесных полос вдоль бровок оврагов, образующихся при концентрации поверхностного стока с предприятия «ТГК–14» в озеро Кенон (Pi.s.; L.g.; B.p.; P.b.; U.p.; Pa.a.; M.b.; Pr.s.; C.a.; R.d.; Cr.d.; C.s.; H. rh.; El. com.); № 8 – парковая зона отдыха для комфортной городской среды и оздоровления населения с благоустройством и архитектурно-ландшафтной организацией (M.b.; Pa.a.; Pr.s.; R.d.; C.a. и др.); № 11 – водо-поглощающие полосы для задерживания поверхностного стока, защита от плоскостной эрозии и обвала почвенного слоя на ж/д путь (S.c.; Pa.a.; M.b.; C.a.); № 13 и 15 – лесополосы для закрепления и освоения песчаных территорий, защиты от ветров, снежных и песчаных заносов на ж/д магистраль (H. rh.; Pr.s.; El. com.)	№ 5 – система почвоукрепляющих лесных полос (L.g.; B.p.; P.b.); № 6 – укрепление берегов дамбы от размывов и осыпания путём групповых посадок (L.g.; B.p.; P.b.; M.b.; Pa.a.; R.d.); № 7 – облесение дна оврагов в целях закрепления от размыва (S.c.; C.a.; H. rh.; El. com.; B.in.; F.p.); № 9 – дендрарий на территории МБОУ «СОШ № 15» (Pi.s.; L.g.; B.p.; Pa.a.; L.; Pr.s.)

Источник: составлено авторами

своевременной защите экосистемы оз. Кенон от внешних и внутренних угроз.

При реализации данной Концепции были созданы системы лесозащитных полос на действующем золошлакоотвале (ЗШО) ТЭЦ-1 ПАО «ТГК-14» («зелёная зона» № 1).

На базе МБОУ СОШ № 15 г. Читы, расположенной на берегу оз. Кенон («зелёная зона» № 9) при участии учителей школы и сотрудников ИПРЭК СО РАН разработан отдельный проект «Дендрарий – живой уголок растений Забайкалья». Целью данного проекта было внедрить в образовательный процесс экологическое направление и просвещение при создании коллекций из древесных и кустарниковых растений широко распространённых и типичных для Забайкальского края. Основными принципами этого проекта является повышение интереса к санитарно-экологической обстановке экосистемы озера, её улучшения за счёт озеленения территории.

Заключение

Выделение на территории водосбора и акватории водоёма взаимосвязанных функциональных зон в зависимости от выполняемой роли в экосистеме, количества и качественного состава поступающих загрязнений позволит предупредить развитие эрозионных процессов и, как следствие, снизит загрязнение оз. Кенон.

Основой для разграничения водосбора на функциональные зоны служит природная дифференциация территории. В зависимости от специфики каждой зоны подбираются различные мероприятия, при помощи которых можно без ущерба для экосистемы усилить её способность к самоочищению, либо уменьшить негативное влияние на экосистему. В конечном счёте постепенное движение к озеленению водосбора оз. Кенон создаст «сине-зелёную инфраструктуру», которая снимет остроту недостатка зелени в пределах городской агломерации, поднимет качество отдыха горожан на более высокий уровень.

Создание на оз. Кенон рекреационной зоны с полноценной инфраструктурой на основе современных технологий объединит в себе возможности для активного отдыха на воде и спортивных занятий детей и взрослых зимой и летом. Ландшафтное проектирование зоны должно предусмотреть наличие водных аттракционов, спортивных и детских площадок, развлекательного комплекса, аквапарка, пункта проката лодок и катамаранов, зелёной прогулочной и пляжной зон с максимальным благоустройством (зонтики, скамейки, беседки, раздевалки, благоустроенные туалеты, планомерное озеленение, цветники, фонтаны) и другое.

Сбалансированный поток отдыхающих в течение всего года позволит сделать качественный отдых доступным максимально широкому кругу людей. Появление новейшей инфраструктуры отдыха и популяризация региона среди населения, гостей города, иностранных туристов будет стимулировать развитие экономики, повысит инвестиционную привлекательность г. Читы. Озеро Кенон восстановит статус любимого места отдыха горожан.

ЛИТЕРАТУРА

1. Афанасьева Л. П. Методика реконструкции прибрежных промышленных территорий озера Кенон г. Чита с повышением их социально-экологической эффективности // Молодёжный вестник ИРГТУ. 2014. № 2. С. 4.
2. Банщикова Е. А., Желибо Т. В., Макаров В. П., Ларин В. С. Результаты приживаемости лесных полос в районе золошлакоотвала ТЭЦ–1 в г. Чита // Вестник Российского университета Дружбы Народов. Серия: Агрономия и животноводство. 2021. Т. 16. № 3. С. 264–274.
3. Белюченко И. С. Лесозащитные полосы как фактор улучшения агроландшафтов и повышения их локального биоразнообразия // Экологический вестник Северного Кавказа. 2019. Т. 15. № 3. С. 42–54.
4. Итигилова М. Ц., Чечель А. П., Замана Л. В. и др. Экология городского водоёма. Новосибирск: Издательство СО РАН, 1998. 260 с.
5. Морозова Г. Ю., Дебелая И. Д. Зелёная инфраструктура как фактор обеспечения устойчивого развития Хабаровска // Экономика региона. 2018. Т. 14. № 2. С. 562–574. DOI: 10.17059/2018-2-18
6. Опыт создания защитных лесонасаждений в районе золошлакоотвала Читинской ТЭЦ-1 / Е. А. Банщикова, Т. В. Желибо, А. В. Миронов, И. Л. Вахнина, В. П. Макаров, И. В. Горбунов // Записки Забайкальского отделения Русского географического общества. 2019. Вып. 136. С. 126–135.
7. Пак Л. Н., Бобринев В. П. Сроки посадки лесных культур в лесной зоне Забайкальского края // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. 2014. № 5-1. С. 75–78.
8. Пак Л. Н., Бобринев В. П., Усманова Л. И. Озеро Кенон: Состояние, лесомелиорация бассейна // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. 2014. № 11. С. 626–629.
9. Пак Л. Н., Тепляков И. Г., Бекиш А. Ю. Оптимальные пути снижения негативной нагрузки на окружающую среду от золошлакоотвала Читинской ТЭЦ-1 ПАО «ТГК-14» // Аспирант. Приложение к журналу Вестник Забайкальского государственного университета. 2018. Т. 12. № 2. С. 66–69.
10. Панков П. П., Коновалова Н. А., Бесполитов Д. В. Изучение состава и свойств золошлаковых отходов ТЭС Забайкальского края для снижения антропогенного воздействия на окружающую среду // Вестник РУДН. Серия: Экология и безопасность жизнедеятельности. 2020. Т. 28. № 2. С. 131–141.
11. Подойницына Д. С. Критический анализ концепции «Зелёная инфраструктура» // Архитектура и современные информационные технологии. 2016. № 1 (34). С. 12.
12. Потапенко Е. А., Анисимова Е. Г. Планировка территории в бассейне озера Кенон (Забайкалье) // Техносферная безопасность Байкальского региона: сб. статей / отв. ред. Звягинцев В. В. Чита: ЗабГУ, 2019. С. 97–103.
13. Сафонов Р. С., Шарапов Н. М. Характеристика техногенной нагрузки на окружающую среду города Чита // Водные ресурсы и водопользование: мат-лы науч.-практ. конф. / отв. ред. Л. Н. Зима. Чита: ЗабГУ, 2020. С. 98–108.
14. Ташлыкова Н. А., Афонина Е. Ю. Современное состояние планктонных сообществ озера Кенон под влиянием антропогенного фактора // Мониторинг состояния и загрязнения окружающей среды. Основные результаты и пути развития: тезисы докладов всерос. науч. конф. / отв. сост. А. А. Трунов, П. Д. Полумиева, А. А. Романовская. М., 2017. С. 410–411.
15. Технология создания защитных лесонасаждений в районе золошлакоотвала Читинской ТЭЦ-1 / Е. А. Банщикова, Т. В. Желибо, И. Л. Вахнина, Л. Н. Пак //

Кулагинские чтения: техника технология производственных процессов: мат-лы науч.-практ. конф. Ч. 3 / отв. ред. А. В. Шапиева. Чита: ЗабГУ, 2019. С. 7–11.
16. Усманова Л. И., Усманов М. Т. Влияние золоотвалов Читинских ТЭЦ-1 и ТЭЦ-2 на природные воды прилегающих территорий // Вестник Камчатской региональной организации учебно-научный центр. Серия: Науки о Земле. 2010. № 2. С. 167–178.
17. Экологическое состояние оз. Кенон – водоема-охладителя ТЭЦ–1 (Забайкальский край) / Г. Ц. Цыбекмитова, А. П. Куклин, Н. А. Ташлыкова, Е. Ю. Афонина, Б. Б. Базарова, М. Ц. Итигилова, Е. П. Горлачёва и др. // Вестник Новосибирского государственного педагогического университета. 2017. Т. 7. № 3. С. 194–209.
18. Чечель А. П. Проблемы охраны и рационального использования озер – охладителей теплоэлектростанций (на примере озера Кенон Забайкальского края) // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. 2018. № 5-1. С. 199–203.
19. Kreutzweiser D. P., Capell S. S., Holmes S. B. Stream temperature responses to partial-harvest logging in riparian buffers of boreal mixedwood forest watersheds // Canadian Journal of Forest Research. 2009. Vol. 39. Iss. 3. P. 497–506.

REFERENCES

1. Afanas'eva L. P. Methodology for the reconstruction of the coastal industrial areas of Lake Kenon, Chita with an increase in their social and environmental efficiency. In: *Molodezhnyi vestnik ISTU* [Youth Bulletin of ISTU], 2014, no. 2, p. 4.
2. Banshchikova E. A., Zhelibo T. V., Vakhnina I. L., Pak L. N. [Technology of creating protective forest plantations in the area of the ash and slag dump of the Chita TETs-1]. In: Shapieva A. V., ed. *Kulaginskie chteniya: tekhnika tekhnologiya proizvodstvennykh protsessov. Ch. 3* [Kulagin Readings: technology and technology of production processes. Part 3]. Chita, ZabGU Publ., 2019, pp. 7–11.
3. Banshchikova E. A., Zhelibo T. V., Mironov A. V., Vakhnina I. L., Makarov V. P., Gorbunov I. V. [Experience in creating protective forest plantations in the area of the ash and slag disposal site of the Chita CHPP-1]. In: *Zapiski Zabaikalskogo otdeleniya Russkogo geograficheskogo obshchestva* [Notes of the Trans-Baikal Branch of the Russian Geographical Society], 2019, iss. 136, pp. 126–135.
4. Banshchikova E. A., Zhelibo T. V., Makarov V. P., Larin V. S. [Results of the survival of forest belts in the area of the ash and slag dump of CHPP-1 in Chita]. In: *Vestnik Rossiiskogo universiteta druzhby narodov. Seriya: Agronomiya i zhivotnovodstvo* [Bulletin of the Russian University of Friendship of Peoples. Series: Agronomy and animal husbandry], 2021, vol. 16, no. 3, pp. 264–274.
5. Belyuchenko I. S. [Forest protection belts as a factor in improving agricultural landscapes and increasing their local biodiversity]. In: *Ekologicheskii vestnik Severnogo Kavkaza* [Ecological Bulletin of the North Caucasus], 2019, vol. 15, no. 3, pp. 42–54.
6. Itigilova M. Ts., Chechel A. P., Zamana L. V., et al. *Ekologiya gorodskogo vodoema* [Ecology of the urban reservoir]. Novosibirsk, SO RAN Publ., 1998. 260 p.
7. Morozova G. Yu., Debelaya I. D. [Green infrastructure as a factor in ensuring the sustainable development of Khabarovsk]. In: *Ekonomika regiona* [Economics of the region], 2018, vol. 14, no. 2, pp. 562–574. DOI: 10.17059/2018-2-18
8. Pak L. N., Bobrinev V. P. [Terms of planting forest crops in the forest zone of the Trans-Baikal Territory]. In: *Mezhdunarodnyi zhurnal prikladnykh i fundamental'nykh issledovanii* [International Journal of Applied and Fundamental Research], 2014, no. 5-1, pp. 75–78.
9. Pak L. N., Bobrinev V. P., Usmanova L. I. [Lake Kenon: State, forest reclamation of the

basin]. In: [International Journal of Applied and Fundamental Research], 2014, no. 11, pp. 626–629.
10. Pak L. N., Teplyakov I. G., Bekish A. Yu. [Optimal ways to reduce the negative impact on the environment from the ash and slag dump of the Chita CHPP-1 PJSC "TGC-14"]. In: [Postgraduate student. Supplement to the journal Bulletin of the Trans-Baikal State University], 2018, vol. 12, no. 2, pp. 66–69.
11. Pankov P. P., Konovalova N. A., Bespolitov D. V. [Study of the composition and properties of ash and slag waste from TPPs of the Trans-Baikal Territory to reduce the anthropogenic impact on the environment]. In: *Vestnik RUDN. Seriya: Ekologiya i bezopasnost zhiznedeyatelnosti* [Vestnik RUDN. Series: Ecology and life safety], 2020, vol. 28, no. 2, pp. 131–141.
12. Podoinitsyna D. S. [Critical analysis of the concept of "Green infrastructure"]. In: *Arkhitektura i sovremennye informatsionnye tekhnologii* [Architecture and modern information technologies], 2016, no. 1, p. 12.
13. Potapenko E. A., Anisimova E. G. [Territory planning in the basin of Lake Kenon (Transbaikalia)]. In: Zvyagintsev V. V., ed. *Tekhnosfernaya bezopasnost' Baikal'skogo regiona* [Technospheric safety of the Baikal region]. Chita, ZabGU Publ., 2019, pp. 97–103.
14. Safonov R. S., Sharapov N. M. [Characteristics of the technogenic load on the environment of the city of Chita]. In: Winter L. N., ed. *Vodnye resursy i vodopolzovanie* [Water resources and water use]. Chita, ZabGU Publ., 2020, pp. 98–108.
15. Tashlykova N. A., Afonina E. Yu. [Current state of plankton communities of Lake Kenon under the influence of the anthropogenic factor]. In: Trunov A. A., Polumieva P. D., Romanovskaya A. A., eds. *Monitoring sostoyaniya i sostoyaniya okruzhayushchei sredy. Osnovnye rezultaty i puti razvitiya* [Monitoring of the state and pollution of the environment. Main results and ways of development]. Moscow, 2017, pp. 410–411.
16. Usmanova L. I., Usmanov M. T. [Influence of ash dumps of the Chita CHPP-1 and CHPP-2 on the natural waters of adjacent territories]. In: *Vestnik Kamchatskoi organizatsii uchebnonauchnyi tsentr. Seriya: Nauki o Zemle* [Bulletin of the Kamchatka regional organization educational and scientific center. Series: Earth Sciences], 2010, no. 2, pp. 167–178.
17. Tsybekmitova G. Ts., Kuklin A. P., Tashlykova N. A., Afonina E. Yu., Bazarova B. B., Itigilova M. Ts., Gorlacheva E. P., et al. [Ecological state of Lake Kenon – reservoir-cooler of CHPP-1 (Trans-Baikal Territory)]. In: *Vestnik Novosibirskogo gosudarstvennogo pedagogicheskogo universiteta* [Bulletin of the Novosibirsk State Pedagogical University], 2017, vol. 7, no. 3, pp. 194–209.
18. Chechel A. P. [Problems of protection and rational use of lakes-coolers of thermal power plants (on the example of Lake Kenon of the Trans-Baikal Territory)]. In: *Mezhdunarodnyi zhurnal prikladnykh i fundamental'nykh issledovanii* [International Journal of Applied and Fundamental Research], 2018, no. 5-1, pp. 199–203.
19. Kreutzweiser D. P., Capell S. S., Holmes S. B. Stream temperature responses to partial-harvest logging in riparian buffers of boreal mixedwood forest watersheds. In: *Canadian Journal of Forest Research*, 2009, vol. 39, iss. 3, pp. 497–506.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Желибо Татьяна Витальевна – аспирант, младший научный сотрудник лаборатории географии и регионального природопользования, Институт природных ресурсов, экологии и криологии Сибирского отделения РАН;
e-mail: zhelibo@mail.ru

Банщикова Екатерина Анатольевна – младший научный сотрудник лаборатории географии и регионального природопользования, Институт природных ресурсов, экологии и криологии Сибирского отделения РАН;
e-mail: kait1986@mail.ru

Куклин Алексей Петрович – кандидат биологических наук, научный сотрудник лаборатории водных экосистем, Институт природных ресурсов, экологии и криологии Сибирского отделения РАН;
e-mail: kap0@mail.ru

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Tatiana V. Zhelibo – Postgraduate Student, Junior Researcher, Laboratory of Geography and Regional Nature Management, Institute of Natural Resources, Ecology and Cryology, Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences;
e-mail: zhelibo@mail.ru

Ekaterina A. Banshchikova – Junior Researcher, Laboratory of Geography and Regional Nature Management, Institute of Natural Resources, Ecology and Cryology, Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences;
e-mail: kait1986@mail.ru

Alexey P. Kuklin – PhD of Biological Sciences, Researcher, Laboratory of Aquatic Ecosystems Institute of Natural Resources, Ecology and Cryology, Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences;
e-mail: kap0@mail.ru

ПРАВИЛЬНАЯ ССЫЛКА НА СТАТЬЮ

Желибо Т. В., Банщикова Е. А., Куклин А. П. «Зелёная инфраструктура» как ключевой элемент в концепции сохранения и развития экосистемы озера Кенон // Географическая среда и живые системы. 2023. № 3. С. 80–95.
DOI: 10.18384/2712-7621-2023-3-80-95

FOR CITATION

Zhelibo T. V., Banshchikova E. A., Kuklin A. P. "Green infrastructure" as a key element in the concept of conservation and development of the ecosystem of Lake Kenon. In: *Geographical Environment and Living Systems*, 2023, no. 3, pp. 80–95.
DOI: 10.18384/2712-7621-2023-3-80-95

ГЕОГРАФИЯ НАСЕЛЕНИЯ И СОЦИАЛЬНАЯ ЭКОЛОГИЯ

УДК 911.375
DOI: 10.18384/2712-7621-2023-3-96-113

ГОРОДСКИЕ НАСЕЛЁННЫЕ ПУНКТЫ РОССИЙСКО-БЕЛОРУССКОГО ПРИГРАНИЧЬЯ: ОСНОВНЫЕ ТРЕНДЫ ДИНАМИКИ ЧИСЛЕННОСТИ НАСЕЛЕНИЯ В XXI В.

Катровский А. П.[1], Ридевский Г. В.[2]

[1] *Смоленский государственный университет, 214000, г. Смоленск, ул. Пржевальского, д. 4, Российская Федерация; e-mail: alexkatrovsky@mail.ru*

[2] *НИИ труда Министерства труда и социальной защиты Республики Беларусь, 220004, г. Минск, пр. Победителей, д. 23, корп. 2, Республика Беларусь; e-mail: ridgeo@yandex.ru*

Поступила в редакцию 27.04.2023
После доработки 21.05.2023
Принята к публикации 31.05.2023

Аннотация

Цель. Выявить основные тренды динамики численности населения городских населённых пунктов российско-белорусского приграничья в XXI в. для оптимизации региональной политики с опорой на наиболее устойчивые городские центры.

Процедура и методы. На основе данных текущего учёта и переписей населения рассмотрена динамика численности населения городов и посёлков городского типа приграничных областей Республики Беларусь и Российской Федерации в зависимости от их людности, административного статуса и географического положения. В работе использовались методы пространственного анализа, дана группировка малых городских населённых пунктов по численности населения и типология по функционально-иерархической значимости.

Результаты. Выявлено, что из всей совокупности городских населённых пунктов приграничья наиболее устойчиво развиваются областные центры, большие города (с населением более 100 тыс. чел), центры муниципальных районов (райцентры в Беларуси) и центры внутриобластных регионов приграничья, которые, как правило, отличаются значительными размерами (преимущественно большие и средние города), имеют административный статус и выгодное географическое положение.

Теоретическая и/или практическая значимость. Полученные результаты свидетельствуют, что в российско-белорусском приграничье активно идут процессы регионализа-

© CC BY Катровский А. П., Ридевский Г. В., 2023.

ции. Исторически сформировавшие внутриобластные регионы развиваются как системы жизнеобеспечения их крупнейших городских центров – городов-регионополисов. Внутриобластные регионы могут быть положены в основу оптимизации региональной политики в приграничье России и Беларуси. На основе ускоренного развития городов-регионополисов возможна активизация развития всей системы городских населённых пунктов российско-белорусского приграничья.

Ключевые слова: городское население, депопуляция, российско-белорусское приграничье, урбанизация, урбанистическая структура

Благодарности. Исследование выполнено при поддержке гранта РНФ № 23-27-00357 «Малый город в приграничных с Белоруссией регионах России: новая миссия и функции в эпоху неоиндустриальных трансформаций».

URBAN SETTLEMENTS OF THE RUSSIAN-BELARUSIAN BORDER AREA: THE MAIN TRENDS IN POPULATION DYNAMICS IN THE XXI CENTURY

A. Katrovsky[1], G. Ridevsky[2]

[1] Smolensk State University, ul. Przhevalskogo 4, Smolensk 214000 Russian Federation; e-mail: alexkatrovsky@mail.ru

[2] Research Institute of Labor of the Ministry of Labor and Social Protection of the Republic of Belarus, Prosspekt Pobediteley 23-2, Minsk 220004 Republic of Belarus; e-mail: ridgeo@yandex.ru

Received 27.04.2023
Revised 21.05.2023
Accepted 31.05.2023

Abstract

Aim. To identify the main trends in the population dynamics of urban settlements of the Russian-Belarusian border area in the 21st century to optimize regional policy based on the most sustainable urban centers.

Methodology. Based on the data of current accounting and censuses, the dynamics of the population of cities and urban-type settlements of the border regions of the Republic of Belarus and the Russian Federation, depending on their population, administrative status and geographical location, is considered. The methods of spatial analysis were used in the work, the grouping of small urban settlements by population and the typology by functional and hierarchical significance were given.

Results. It has been revealed that large urban settlements (with a population of more than 100 thousand people), regional centers, districts centers and centers of intra-regional border regions, which usually differ in significant sizes (mainly large and medium-sized cities), have an administrative status and an advantageous geographical location, are developing most steadily.

Research implications. The results obtained indicate that the processes of regionalization are actively underway in the Russian-Belarusian border area. Historically formed intra-regional regions are developing as life support systems for their largest urban centers – regionopolises. Intra-regional regions can be used as a basis for optimizing regional policy in the border area of Russia and Belarus. On the basis of the accelerated development of regionopolises, it is

possible to activate the development of the entire system of urban settlements of the Russian-Belarusian border area.

Keywords: depopulation, Russian-Belarusian border area, urbanization, urban structure, urban population

Acknowledgements. The study was carried out with the support of a grant from the Russian National Research Fund no. 23-27-00357 "Small City in the Regions of Russia Bordering Belarus: A New Mission and Functions in the Era of Neo-Industrial Transformations."

Введение

Известное высказывание Н. Н. Баранского: «Города – это как бы командный состав страны, организующий её во всех отношениях – и в хозяйственном, и в политико-административном, и в культурном… В пределах каждой страны и даже крупного экономического района города определённым образом соподчинены, координированы, каждый имеет свои определённые функции и свой радиус влияния и притяжения» [3, с. 207] обретает особое значение в наши дни, когда система расселения российско-белорусского приграничья (РБП) вступила в новую стадию своей эволюции.

Роли городов как скреп региональных и локальных систем расселения уделяли существенное внимание ещё в советское время. В 1960–1970-е гг. значительное распространение в СССР получили идеи приоритетного развития центров региональных систем расселения Э. Б. Алаева [1], К. К. Шешельгиса [17], С. Я. Ныммика [14]), Е. Л. Янович [18] и др.

Однако эти рекомендации не были услышаны в органах государственного управления СССР. В результате в большинстве регионов страны областные центры стали играть гипертрофированную роль в ущерб другим важным городам. Важность проблемы активизации городов – центров внутриобластных районов состоит в том, что отдельные малые и средние города в результате депопуляции, «оптимизации» функций перестают играть роль полноценных ядер в каркасе межрайонных и районных систем расселения. Особое внимание к крупным агломерациям и их ядрам привело к деградации малых, средних и отчасти больших городов, население которых в постсоветское время уменьшилось.

Российско-Беларусское приграничье (РБП) – один из самых проблемных регионов Союзного государства, а его российская часть – самый проблемный в демографическом и экономическом отношении регион в Западном порубежье РФ [6], в котором депопуляция сочетается с невысокими показателями экономической динамики. Причём депопуляция охватила не только сельскую местность, но и практически все группы городов. Как заметил Г. М. Лаппо в одной из последних своих работ, «в здоровой стране не может быть больных городов» [10, с. 21]. Города РБП, оказавшись между крупнейшими мегаполисами Союзного государства, испытывают проблемы со своим развитием.

Несмотря на большое количество монографий по проблемам российско-белорусского приграничья, вышедших в последнее время, ни в одной и них городские населённые пункты, их роль в системах расселения так и не стали предметом особого внимания

[2; 8; 13; 16]. Пожалуй, единственной значимой работой по проблемам развития городов в регионах российской части приграничья стала монография М. Ю. Евдокимова [5], опубликованная ещё в конце XX в. За прошедшие после её выхода более четверти века многое в системе расселения изменилось и требует переосмысления.

В последнее советское десятилетие, несмотря на потрясения, связанные с аварией на Чернобыльской АЭС, городские населённые пункты 6 областей российско-белорусского приграничья демонстрировали рост численности населения. В 1990 г. городское население 3 российских областей приграничья выросло до 2 332 тыс. чел., в т. ч. в Брянской – 1 000 тыс. чел., Смоленской – 795 тыс. чел., Псковской – 537 тыс. чел. Городское население 3 белорусских приграничных областей достигло 2 867 тыс. чел. (Гомельской области – 1 086 тыс. чел., Могилёвской – 855 тыс. чел., Витебской – 926 тыс. чел.)[1]. Таким образом, в 1990 г. общая численность городского населения всех 6 областей приблизилась к 5,2 млн чел.

Увеличение численности населения наблюдалось практически во всех городских населённых пунктах. Для городского населения всех областей небольшой естественный прирост сочетался с миграционным приростом. В 1989 г. естественный прирост для городского населения Брянской области составлял 4, 8 тыс. чел., для Смоленской – 2,4 тыс. чел., для Псковской – 1,3 тыс. чел[2]. В белорусской части приграничья суммарный естественный прирост в 1989 г. составил 23,3 тыс. чел.[3]

К началу 1990-х гг. в пределах современной территории РБП сложилась стройная система городов, которая выполняла роль опорного каркаса расселения. Помимо Гомеля, который в 1990 г. уже являлся крупнейшим городом, важную роль играли крупные города: Брянск, Витебск, Могилёв, Смоленск. Из больших городов особо необходимо отметить Псков, Бобруйск и Полоцк с Новополоцком, которые фактически образовывали единое целое. Несколько меньшую роль играли такие большие города, как Орша, Мозырь, Великие Луки. Из средних городов важными ядрами организации социально-экономического пространства являлись Вязьма, Рославль, Клинцы. Из полусредних городов особая межрайонная миссия была возложена на Кричев.

Все вышеперечисленные города развивались как регионополисы, т. е. главные городские центры внутриобластных регионов, исторически сложившихся в приграничье двух стран. Все регионополисы выполняют роль межрайонных центров обслуживания. Города-регионополисы, несмотря на различия в численности населения и административном статусе, сохранили роль доминирующих центров среди всех городских населённых пунктов, тяготеющих к ним районов. Именно регионополисы образуют основу опорного каркаса расселения.

Распад СССР, разрыв сложившихся экономических и социальных связей, образование суверенных государств

[1] Демографический ежегодник СССР. 1990: Госкомстат СССР – М.: Финансы и статистика, 1990. С. 7–13.

[2] Там же. С. 137

[3] Там же. С. 142.

Российской Федерации и Республики Беларусь не могли не повлиять на состояние системы расселения в качественно новом российско-белорусском приграничье. До начала XXI в. происходили процессы адаптации к новым условиям, в которые были вовлечены не только предприятия, но и сама система расселения, включая городские населённые пункты, выполняющие роль ядер. Акцент на изучении демографических проблем городов и посёлков городского типа объясняется тем, что без их решения фактически невозможно обеспечить эффективное социально-экономическое развитие всего РБП.

Итак, рассмотрим основные тенденции динамики численности населения городских населённых пунктов и урбанистической структуры российско-белорусского приграничья в XXI в. для оптимизации региональной политики с опорой на наиболее устойчивые городские центры.

Неоурбанизация: разновекторные тенденции динамики численности городских населённых пунктов РБП

С начала XXI в. в белорусских областях РБП начался новый этап городского развития – процесс сокращения городского населения. До этого периода численность горожан приграничья на протяжении всего послевоенного периода росла. С 1959 г. по 1999 г. численность горожан в белорусской части приграничья выросла с 1 163,2 до 2 830,1 тыс. чел. (рост в 2,4 раза). Уровень урбанизации за тот же период вырос с 30,5% до 68,4%[1].

Сокращение численности всего населения в белорусских областях РБП стало наблюдаться с начала 1990-х гг., т. е. сокращение городского населения было предсказуемо. Если первые 15 лет нового века населённость городских населённых пунктов имела неустойчивую динамику, то с 2016 г. – сокращение численности горожан в белорусском приграничье России и Беларуси приобрело устойчивый характер (табл. 1) и к этому, очевидно, должна адаптироваться вся система местного управления, как на областном, так и на районном уровнях.

В российской части приграничья в постсоветский период в характере урбанизации произошли существенные изменения. В первые постсоветские годы за счёт внешней миграции имел место рост численности городского населения, которое в Брянской области в 1996 г. достигло 996,3 тыс. чел. Если в Смоленской области численность горожан в 1991 г.[2] была 801,7 тыс. чел., то спустя 5 лет в 1996 г. численность наличного городского населения достигла 810,9 тыс. чел.

Наряду с общим ростом численности городского населения в первой половине 1990-х гг. в российской части приграничья наблюдался рост всех крупных и средних городов Брянска, Смоленска, Пскова, Великих Лук, Вязьмы, Рославля, Ярцева и ряда других. Так, в 1996 г. численность населения Смоленска составляла 352,7 тыс. чел., Пскова – 209,4 тыс. чел.[3] (рис. 1).

[1] Население Республики Беларусь: его численность и состав. Перепись населения 2009. Т. 2. Минск, 2010. 414 с.

[2] Численность наличного и постоянного населения городов и районов Смоленской области на 1 января 1991 года. Стат. Бюллетень № 78. Смоленск, 1991.

[3] Демографические показатели Псковской области. Статистический сборник. Псков, 2009. 108 с.

Таблица 1 / Table 1

Численность населения городских и сельских населённых пунктов областей белорусской части российско-белорусского приграничья в 2001–2021 гг., тыс. чел. на начало года[1] / The population of urban and rural settlements of the regions of the Belarusian part of the Russian-Belarusian border in 2001-2021, thousand people at the beginning of the year

Группы населённых пунктов	2001	2006	2011	2016	2021	Темп роста 2021/2001, %
Крупные города	1174,7	1167,7	1207,3	1268,1	1228,1	104,5
Большие города	675,5	662,6	664,2	673,9	639,9	94,7
Крупные и большие города	1850,2	1830,3	1871,5	1942,0	1868,0	101,0
Средние города	213,8	212,1	209,6	211,1	208,7	97,6
Малые города	769,3	737,0	713,4	706,1	663,7	86,3
Все городские населённые пункты	2833,3	2779,4	2794,5	2859,2	2740,4	96,7
Сельские населённые пункты	1250,6	1099,9	950,4	779,3	732,9	58,6
Белорусские области РБП	4083,9	3879,3	3744,9	3638,5	3473,3	85,0

Источник: Регионы Республики Беларусь. Социально-экономические показатели. 2016. Статистический ежегодник. Т. 1. Минск: Белстат, 2016. С. 64–80; Регионы Республики Беларусь. Социально-экономические показатели2021. Статистический ежегодник. Т. 1. Минск: Белстат, 2021. С. 67–84.

Рис. 1 / Fig. 1. Изменение численности городского населения российских регионов РБП / Changes in the urban population of the Russian regions of the Russian-Belarusian border area.

Источник: составлено авторами по материалам Всероссийских Переписей населения 1989, 2002, 2010, 2021 гг.

[1] Распределение городов белорусской части приграничья на группы по численности населения дано в соответствии с нормами, принятыми в Российской Федерации. Согласно своду правил «Градостроительство. Планировка и застройка городских и сельских поселений» (СП 42.13330.2016) от Минстроя РФ, различают малые города (менее 50 тыс. чел.), средние города (50–100 тыс. чел.), большие города (100–250 тыс. чел.), крупные города (250–1000 тыс. чел.), крупнейшие города (более 1000 тыс. чел.).

В Псковской области максимальная численность городского населения (537 тыс. чел.)[1] была достигнута в 1990 г. Однако в конце 1990-х гг. вектор динамики численности городского населения изменился, началась депопуляция большинства городских населённых пунктов.

Процессы депопуляции охватили даже областные центры. По итогам последней переписи население Брянска на 1 октября 2021 г. достигло 379,2 тыс. чел., или сократилось по сравнению с 2002 г. на 52,3 тыс. чел. или на 12,1%, Смоленска – 316,6 тыс. чел. (сократилось на 2,6%), Пскова – 193,1 тыс. чел. (сократилось на 4,5%). Население вторых городов также уменьшилось. Вязьма потеряла 9,6%, Клинцы – 6,2%. Больше других, несмотря на большую численность населения, потеряли Великие Луки – 17,5%.

В отличие от общих трендов отечественной урбанизации произошло сокращение доли Брянска в общей численности городского населения Брянской области. Если в 2002 г. доля Брянска в численности городского населения Брянской области составляла 45,7%, то в 2021 г. она уменьшилась до 43,9%.

Несмотря на уменьшение абсолютной численности населения Смоленска и Пскова, произошло увеличение их доли, как в численности всего населения, так и городского населения своих областей.

О глубоких проблемах малых городов РБП свидетельствует факт, что с 2002 по 2021 гг. ни в одном малом городе российской части приграничья не был выявлен рост численности населения. Отдельные городские населённые пункты потеряли за 20 лет более четверти населения. Среди них: города Дятьково, Опочка, Гдов, Пустошка, Новосокольники, Демидов, Велиж; пгт: Белые Берега, Локоть, Рамасуха, Дедовичи, Монастырщина, Хиславичи и др. Максимальная депопуляция была выявлена в Порхове, потерявшем более 40% населения. Некий рост численности населения в XXI в. имел место только в 3 пгт Брянской области: 2 райцентрах Комаричи, Навля и Большое Полпино в составе Брянской агломерации.

Значительная депопуляция произошла даже в городах, где были приняты меры экономической санации. Так в Сафоново, несмотря на создание в 2015 г. индустриального парка (ИП), численность населения с 2015 по 2023 гг. уменьшилась на 13,9%. В Дорогобуже, несмотря на решение в 2017 г. Правительства России о создании территории опережающего социально-экономического развития (ТОСЭР), численность населения продолжила сокращаться. С 2017 по 2023 гг. оно уменьшилось ещё на 7,2%. Одновременно за данный период времени на 11,7% сократилась численность населения пгт Верхнеднепровского, образующего с Дорогобужем мини агломерацию.

Уменьшение численности населения объясняется недостаточным развитием в ИП и ТОСЭР предприятий с высокой добавленной стоимостью, значительным отставанием данных городов по показателю заработной платы от столичного региона.

В 2022 г. депопуляция в городских населённых пунктах РБП продолжи-

[1] Демографические показатели Псковской области. Статистический сборник. Псков, 2009. 108 с.

лась. Городское население Смоленской области за 2022 г. сократилось на 9,9 тыс. чел., Брянской – на 7,3 тыс. чел, Псковской – на 6,6 тыс. чел.

Таким образом, в XXI в. в РБП традиционная урбанизация, признаками которой является увеличение численности и доли городского населения, рост крупных городов и распространение городского образа жизни обрела новые черты: уменьшается численность городского населения, депопуляция охватила не только сельскую местность и малые города, но также многие большие и крупные города, доля которых в населении тяготеющих к ним территорий растёт. Важнейшей чертой урбанизации в российско-белорусском приграничье стала поляризация, в результате которой изменилась урбанистическая структура. В опорном каркасе расселения снизилась роль средних городов, часть из которых (Сафоново, Ярцево, Рославль) перешли в группу малых городов. Единственный большой город, не являющийся областным центром (Великие Луки) перешёл в группу средних городов. Подобная неоурбанизация стала своеобразной «новой нормальностью»[1] РБП.

Урбанистическая структура регионов российско-белорусского приграничья

Понятие урбанистической структуры как соотношения городских населённых пунктов различной величины были введены в 1974 г. И. М. Маергойзом и Г. М. Лаппо [12, с. 10].

Для российских и белорусских регионов приграничья характерны существенные различия в урбанистической структуре. По площади территории белорусская часть приграничья (109,5 тыс. км^2) значительно меньше российской (137,9 тыс. км^2), но существенно превосходит её по плотности городских населённых пунктов. В белорусской части приграничья в 2021 г. насчитывалось 97 городских пунктов, а в российской части – 92 (45 городов и 47 пгт). В среднем на 10 000 км^2 в белорусской части РБП приходится 8,86 городских населённых пунктов, в российской – 6,67. Однако российская и белорусская части приграничья отличаются не только количеством, но и соотношением крупных, больших и средних городов.

Прежде всего, областные центры белорусской части РБП превосходят по численности населения областные города российской части. Поскольку РБП протянулось с севера на юг, то образовались своеобразные пары областных центров. Гомель и Брянск, Могилёв и Смоленск, Витебск и Псков. Гомель в 1,34 раза больше Брянска, Могилёв – в 1,13 раз больше Смоленска, Витебск – в 1,88 раза больше Пскова. Белорусские областные центры превосходят областные центры России в РБП не только численностью населения, но и промышленным потенциалом.

В каждой из белорусских областей имеется значимый по численности населения, промышленному и социально-культурному потенциалу второй город. В Могилёвской области это Бобруйск, в Витебской – фактически единое образование Полоцк-Новополоцк, в

[1] Термин «новая нормальность» – рост неопределённости и снижение предсказуемости активно использовал известный экономист М. Эль-Эриан для оценки экономической ситуации в мировой экономике после кризиса 2008 г.

Гомельской – аналогичное городское образование Мозырь-Калинковичи. Полоцк, Мозырь и Бобруйск в прошлом являлись областными центрами. Мозырь был административным центром Полесской области, образованной в 1938 г. Бобруйская и Полоцкая область были образованы сразу после их освобождения в сентябре 1944 г. Все 3 области были реорганизованы в 1954 г. За время исполнения столичных региональных функций заметно вырос их социально-культурный потенциал, в некоторых из них (Мозырь) были открыты высшие учебные заведения, выросла численность населения. Вместе с тем самый большой рост численности населения Бобруйска, Полоцка с Новополоцком и Мозыря с Калинковичами был в период интенсивной индустриализации Беларуси с 1970 по 1989 гг.

В российской части приграничья, острее, чем в белорусской, стоит проблема «второго города». Как заметил Г. М. Лаппо, «второе место по числу жителей в регионе ещё не делает город вторым. Его место в регионе определяется тем, что он выполняет центральные функции по отношению к своему окружению, в пределах территории, значительно большей, чем у остальных городов» [10, с. 10]. Однако в РБП вторые по численности населения города являются и вторыми городами по их роли в пространственном развитии.

Из российских регионов лишь в Псковской области имеется выраженный второй город – Великие Луки, который ещё в начале XXI в., относился к большим городам и менее чем в 2 раза уступал по численности населения областному центру. Великие Луки с августа 1944 по 1957 гг., как и Бобруйск с Полоцком, являлись областным центром. Статус областного центра способствовал социально-культурному и индустриальному развитию города.

В 2002 г. в Великих Луках проживали 105 тыс. чел., а в Пскове –202,8 тыс. чел. Однако за 20 последующих лет в связи с процессами поляризации неравенство усилилось, и в конце 2021 г. Численность Пскова стала превосходить Великие Луки в 2,2 раза.

Клинцы как «второй город» и единственный средний город Брянской области уступал Брянску по численности населения в 2021 г. в 6 раз; Вязьма как «второй город» и единственный средний город Смоленской области уступала своему областному центру в 6,1 раза. Причём неравенства между областными центрами и «вторыми городами» за последние десятилетия только выросли. В 1959 г. Брянск превосходил Клинцы по численности населения в 4,9 раза, Смоленск – Вязьму в 4,6 раза.

Сокращение городского населения с начала XXI в. сопровождалось и сокращением числа городских населённых пунктов («выпадением неудачников» по Г. М. Лаппо [9, с. 11]). Если в начале 2001 г. в белорусской части приграничья было 106 городов и городских посёлков, то к началу 2021 г. их осталось 97. Три ликвидированных городских поселения (Костюковка, Руба, Боровуха) были присоединены соответственно к Гомелю, Витебску и Новополоцку, все остальные были преобразованы в сельские населённые пункты (Улла, Осинторф, Друя, Белицк, Глуша, Гродзянка).

В российской части приграничья число городских населённых пунктов с 2002 г. сократилось на 10. В Брянской и Смоленской областях в сельские на-

селённые пункты было преобразовано по 5 посёлков городского типа.

За 2001–2021 гг. из 97 городов и городских посёлков белорусской части приграничья население выросло только в 13 городских населённых пунктах, в т. ч. в 3 областных центрах, Жлобине и 9 малых гнп Гомельской области, расположенных в основном в районах радиоактивного загрязнения после катастрофы 1986 г. на Чернобыльской АЭС. Следует отметить, что в Беларуси достаточно активно производится заселение подобных регионов, потерявших значительную часть своих жителей в результате отселения людей в первые годы после катастрофы.

Необходимо отметить, что некоторые из малых растущих городских населённых пунктов Гомельской области (например, рабочий посёлок Большевик, г. Ветка) развиваются в зоне развития Гомельской городской агломерации.

По динамике численности населения городские населённые пункты белорусской части приграничья различаются почти в 3 раза. Городские поселения с наиболее высокими темпами депопуляции потеряли 40–50% своего населения. Аутсайдер рассматриваемого региона – рабочий посёлок Татарка Осиповичского района Могилёвской области потерял 51,6% своего населения. На начало 2021 г. это – самый малонаселённый гнп белорусской части приграничья с численностью жителей 471 чел.

У каждого городского населённого пункта своя «судьба», в т. ч. различная динамика численности населения, зависящая от многих факторов, но если разделить все города и посёлки городского типа на основные группы по численности жителей, то можно увидеть некоторые тенденции городского развития.

Крупные города в белорусской части РБП – 3 областные столицы (Гомель, Витебск, Могилёв). Самый большой город белорусской части и всего РБП – Гомель. На начало 2021 г. в городе проживали 507,8 тыс. чел. Это второй город современной Беларуси, уступающий только столице страны.

Витебск – второй город белорусской части РБП и третий в стране (362,9 тыс.), Могилёв – третий в рассматриваемом регионе и пятый в Беларуси (357,4 тыс.). В последние годы его потеснили Витебск и Гродно.

Больших городов (с населением от 100 до 250 тыс. чел.) в начале 2021 г. было всего 3 – Бобруйск, Орша и Мозырь, но реально к большим городам необходимо относить и г. Полоцк, поскольку он формирует с Новополоцком единую городскую систему, объединённую общей инфраструктурой и городским транспортом. Такую же единую городскую систему образует Мозырь с Калинковичами. В силу этого можно считать, что в белорусской части приграничья двух стран 4 больших города, объединяющих 6 официально существующих городов.

Бобруйск, Полоцк-Новополоцк, Мозырь-Калинковичи и Орша существенно уступают областным центрам и имеют население от 106,5 (Орша) до 211,4 тыс. чел. (Бобруйск).

С начала века существенно укрепили свою роль в урбанистической структуре белорусских областей РБП только крупнейшие города – областные центры, сохранили свою значимость средние города, а большие и малые – заметно «растеряли» свой демографический потенциал (рис. 2).

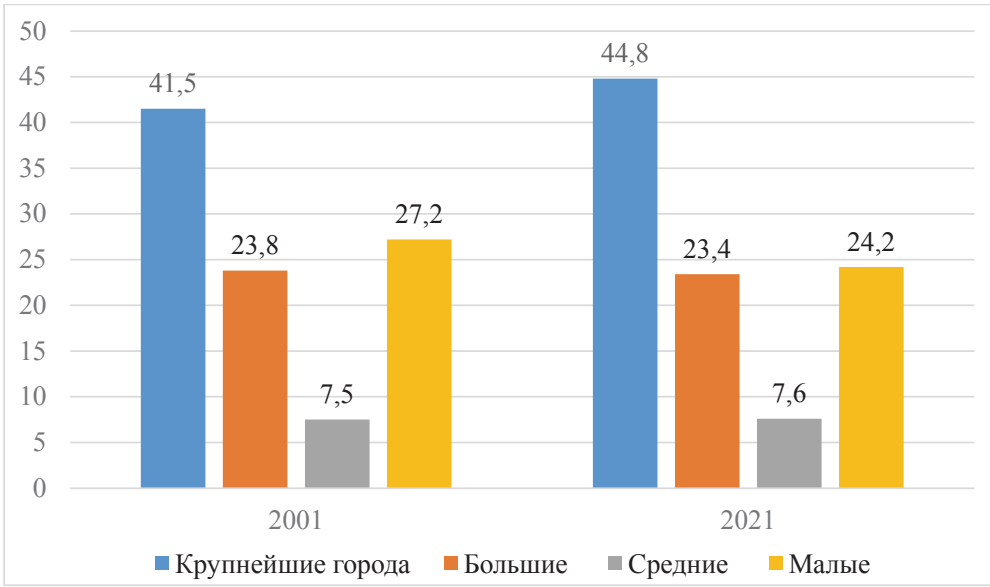


Рис. 2 / Fig. 2. Урбанистическая структура городских населённых пунктов белорусской части российско-белорусского приграничья в 2001 и 2021 гг., % от всего городского населения / Urban structure of urban settlements of the Belarusian regions of the Russian-Belarusian border in 2001 and 2021, % of the total urban population

Источник: составлено авторами по: Регионы Республики Беларусь. Социально-экономические показатели. 2016. Статистический ежегодник. Т. 1. Минск: Белстат, 2016. С. 64–80; Регионы Республики Беларусь. Социально-экономические показатели. 2021. Статистический ежегодник. Т. 1. Минск: Белстат, 2021. С. 67–84.

Все крупные, большие и большинство средних городов РБП – центры крупных внутриобластных регионов или социально-эколого-экономических районов (СЭЭР) российской и белорусской частей приграничья [15], т. е. города-регионополисы (рис. 3).

Регионополисы российской части приграничья в большинстве случаев отличаются меньшей людностью, чем белорусские. Кроме областных столиц к регионополисам в российской части РБП следует относить Великие Луки, Вязьму, Клинцы и Рославль, в белорусской – Полоцк (с Новополоцком), Оршу, Бобруйск, Кричев и Мозырь (с Калинковичами). Рославль и Кричев единственные регионополисы РБП, которые являются малыми городами.

Кричевский СЭЭР во главе с самым малым регионополисом РБП – самый проблемный регион Беларуси, в котором с 2015 г. реализуется программа социально-экономического развития юго-восточного региона Могилёвской области. Первоначально Программа была рассчитана на 2015–2020 гг., но затем она была продлена до 2025 г.

Регионополисы в целом существенно укрепили свои позиции в урбанистической структуре РБП. Так, в белорусских областях приграничья во всех регионополисах в 2001 г. были сконцентрированы 66,3% горожан, в 2021 г.

Города:
1 – регионополисы;
2 – субрегиональные центры

Границы:
А – муниципальных (административных) районов,
Б – областей,
В – социально-эколого-экономических районов,
Г – Республики Беларусь и Российской Федерации

Рис. 3 / Fig. 3. Социально-эколого-экономические районы, регионополисы и субрегионные центры областей российско-белорусского пограничья / Socio-ecological and economic areas, regionopolises and sub-regional centers of the regions of the Russian-Belarusian border

Источник: [12, с. 88] с изменениями

– 69,0%. Это свидетельствует о том, что урбанистический каркас приграничья сохранился и может быть использован для оптимизации дальнейшего развития приграничных областей России и Беларуси. С учётом этого неоурбанизация может быть охарактеризована не только разновекторностью динамики численности населения городских населённых пунктов, но и повышением роли городского каркаса РБП в его развитии.

Города Витебск, Орша, Могилёв и Смоленск благодаря транспортным коммуникациям, являются основным костяком Днепровско-Двинского региона – признанной зоны самой активной трансграничной регионализации [8].

Относительно низкий экономический и демографический потенциал большинства вторых и третьих городов в областях приграничья России и Беларуси – одна из причин преимущественного развития здесь областных центров. Это приводит к активной депопуляции населения на большей части территории областей приграничья. При этом в ряде случаев главной причиной депопуляции является миграционный отток населения – наиболее яркий индикатор неудовлетворённости людей уровнем и качеством жизни.

Отмеченное выше особенно актуально для российской части приграничья, которая существенно больше по площади, чем белорусская часть, менее населена и имеет более редкую сеть городов и городских посёлков.

Средних городов (с населением 50–100 тыс. чел.) в белорусской части РБП всего 3 – Жлобин, Светлогорск, Речица (г. Новополоцк в составе средних городов не рассматривается). Все они расположены в Гомельской области и играют роль важных субрегиональных центров, распространяющих своё влияние на близлежащие административные районы. Жлобин можно считать даже квазирегионополисом, т. е. городом, претендующим на роль главного городского центра Бобруйского СЭЭР. По объёму промышленного производства Жлобин существенно превосходит Бобруйск, но по численности населения заметно отстаёт от него.

Целая система субрегиональных центров – городов, распространяющих своё влияние на 2–3 района в составе внутриобластных регионов, – сложилась в белорусских и российских областях приграничья. Кроме перечисленных выше средних городов Беларуси, все они – малые города. Наиболее значимые из них: Остров, Гагарин, Десногорск, Новозыбков, Унеча, Рогачев, Осиповичи, Горки и др.

Заключение

Прогнозы развития городских поселений РБП свидетельствуют о неблагоприятных тенденциях динамики численности их населения. В ближайшие 10 лет в России и Беларуси продолжится депопуляция, сокращение населения в приграничье двух стран будет идти более высокими темпами. Наряду с естественной убылью населения депопуляции будет способствовать миграция в столичные регионы и города. Население российско-белорусского приграничья, включая население городов, оказалось вовлечённым в новое «великое переселение» по иерархической лестнице населённых пунктов: от низших ступеней к высшим. Результатом этого переселения стал рост сельских населённых пунктов без постоянного населения, сокращение

численности населения малых и средних городов, демографическая лакунизация и экономическое опустынивание ряда территорий.

Вывод, сделанный недавно относительно взаимосвязи демографического и экономического развития России А. Г. Вишневским и Е. М. Щербаковой: «если до недавнего времени демографические факторы в целом благоприятствовали экономическому развитию, теперь же, в силу ряда объективных причин, они будут оказывать на него тормозящее воздействие», особо актуален в связи с массовой депопуляцией для малых городов РБП [4]. При сохранении современной тенденции демографической динамики большинство малых городов за пределами агломераций сохранят потенциал только для развития сельского хозяйства, сферы услуг, включая туризм, лёгкой, пищевой и деревообрабатывающей промышленности.

«Демографическая ситуация является не только фактором, но и одним из результатов социально-экономического развития… более развитые регионы становятся более привлекательными для мигрантов, которые по принципу «рыба ищет, где глубже, а человек, – где лучше» отдают предпочтение именно более развитым в социально-экономическом отношении регионам, регионам с более диверсифицированными рынками труда» [7, с. 105–106]. Таким образом, отставание в экономическом развитии городских населённых пунктов способствует их депопуляции.

Если возможности неоиндустриального инновационного развития малых городов, за исключением входящих в состав агломераций, ограничены, то у полусредних, средних, больших городов, а также малых городских населённых пунктов в составе агломераций такие возможности имеются, но и в них демографические вызовы создают барьеры экономическому росту и развитию.

Принципы паллиативной экономики, согласно которым регионы РБП получают финансовые ресурсы для своего социального развития от более успешных в экономическом отношении регионов, необходимо заменить на принципы экономики развития. РБП располагает развитой энергетикой, химической и пищевой промышленностями, сельским хозяйством. Однако в условиях демографического кризиса модернизация хозяйственного комплекса возможна лишь при значительных инвестициях в систему воспроизводства человеческого капитала. Региону нужны университеты мирового уровня, способные стать драйвером становления инновационного развития отраслей с высокой добавленной стоимостью. Однако вложения в человеческий капитал без модернизации отраслевой структуры хозяйства, без создания современных предприятий, основанных на новых технологических укладах и производящих продукцию с высокой добавленной стоимостью, будут способствовать только миграции квалифицированных кадров на пределы региона.

Вывод Г. М. Лаппо, что «наиболее крепкие в социально-экономическом отношении среди районных центров – бывшие уездные центры – не работают» в российской части приграничья [11, с. 6]. Велиж и Гдов, Духовщина и Севск, Красный и Порхов, Новоржев и Мглин и ряд других бывших уездных городов, которые, оказавшись в

стороне от основных «транспортных коридоров», в настоящее время переживают сложные времена. В части из них современное население меньше, чем в 1897 г.

Отрицательная демографическая динамика многих городов российско-белорусского приграничья в XXI веке во многом обусловлена либеральными экономическими трансформациями 1990-х гг. и неограниченной верой в возможности самоорганизации хозяйства в условиях рыночной экономики. Однако не только отдельные предприятия, но и даже отрасли не смогли адаптироваться к новым условиям жёсткой конкуренции. Закрытие ряда промышленных предприятий, деиндустриализация, сокращение, а порой и ликвидация отдельных городских функций, включая и в сфере профессионального образования, не могли не сказаться на динамике численности населения.

Города Республики Беларусь оказались более устойчивы к «либеральным» постсоветским ударам по сравнению с городами Российской Федерации. И это в значительной степени связано с масштабами государственного регулирования, большим вмешательством государства в их развитие.

Качественные характеристики населения, т. е. повышение уровня его образования, культуры, профессиональных навыков, здоровья, рост экономических возможностей, самореализация граждан, – главные индикаторы эффективности государственной политики. Это императивы XXI в. Только на этой основе может быть достигнуто устойчивое и инклюзивное развитие РБП, предполагающее комплексное решение проблем, стоящих перед регионом, и обеспечение развития всех городских и сельских населённых пунктов приграничья двух сопредельных стран на основе снижения межрегиональных диспропорций, сближения уровня и качества жизни населения. Без учёта трендов неоурбанизации переход к устойчивому и инклюзивному развитию не может быть эффективным.

ЛИТЕРАТУРА

1. Алаев Э. Б. Эффективность комплексного развития экономических районов. М.: Мысль, 1965. 178 с.
2. Бабурин В. Л., Даньшин А. И. и др. «Эффект колеи»: традиционное и инновационное развитие Смоленской области. Смоленск, 2021. 172 с.
3. Баранский Н. Н. Об экономико-географическом изучении городов // Баранский Н. Н. Избранные труды. Становление советской экономической географии. М.: Мысль, 1980. С. 204–254.
4. Вишневский А. Г., Щербакова Е. М. Демографические тормоза экономики // Вопросы экономики. 2018. № 6. С. 48–70.
5. Евдокимов М. Ю. Формирование системы расселения Смоленской области (с VIII по XX вв.). Смоленск, 1995. 199 с.
6. Западное порубежье России: моделирование развития и обеспечение экономической безопасности / под ред. Г.М. Федорова. Калининград, 2020. 319 с.
7. Катровский А. П., Ковалев Ю. П., Ридевский Г. В. Демографическая ситуация как индикатор и фактор развития российско-белорусского приграничья // Региональные исследования. 2016. № 3. С. 102–109.

8. Кузавко А. С., Катровский А. П., Ридевский Г. В. Эволюция потребительского рынка Днепро-Двинского региона. Смоленск: СмолГУ, 2019. 159 с.
9. Лаппо Г. М. Урбанистическая структура России на рубеже столетий // Города и городские агломерации в региональном развитии / под ред. Ю. Г. Липеца. М., 2003. С. 9–13.
10. Лаппо Г. М. Разнообразие городов как фактор успешного пространственного развития России // Известия Российской академии наук. Серия: Географическая. 2019. № 4. С. 3–23.
11. Лаппо Г. М. Особенности российской урбанизации и их отражение в урбанистической структуре страны // Региональные исследования. 2004. № 1. С. 3–12.
12. Маергойз И. М., Лаппо Г. М. География и урбанизация // Вопросы географии. Урбанизация мира / отв. ред. Г. М. Лаппо и др. М. Мысль, 1974. С. 5–18.
13. Модернизация и структурные трансформации российско-белорусского приграничья / С. В. Емляк, А. П. Катровский, Ю. П. Ковалев, М. Н. Куница, Л. Ю. Мажар, Г. В. Ридевский, С. А. Сергутина и др. Смоленск: Универсум, 2018. 376 с.
14. Ныммик С. Я. Региональные системы поселений как каркас районообразования // Вестник Московского университета. Серия 5. География. 1969. № 3. С. 35–45.
15. Ридевский Г. В. Центр-периферийные процессы и развитие регионов Беларуси // Минск: Транстехника, 2020. 346 с.
16. Российско-белорусское приграничье: вызовы межстоличного положения / А. П. Катровский, Е. А. Антипова, В. Л. Бабурин, А. П. Безрученок, С. П. Евдокимов, А. С. Кузавко, А. И. Даньшин и др. Смоленск: СмолГУ, 2022. 308 с.
17. Шешельгис К. К. Единая система расселения на территории Литовской ССР: автореф. дис. док. архитектуры. Минск, 1967. 42 с.
18. Янович Е. Л. Внутриобластные субцентры: проблемы моделирования в системе расселения // Рост городов и система расселения / под ред. Д. И. Валентей. М.: Статистика, 1975. С. 36–44.

REFERENCES

1. Alaev E. B. *Effektivnost kompleksnogo razvitiya ekonomiki* [Efficiency of comprehensive development of economic regions]. Moscow, Mysl Publ., 1965. 178 p.
2. Baburin V. L., Danshin A. I. et al. *«Effekt kolei»: traditsionnoye i innovatsionnoye razvitiye Smolenskoy oblasti* ["The track effect": traditional and innovative development of the Smolensk region]. Smolensk, 2021. 172 p.
3. Baransky N. N. [On the economic and geographical study of cities]. In: Baransky N. N. *Izbrannyye trudy. Stanovleniye sovetskoy ekonomicheskoy geografii* [Selected works. The formation of Soviet economic geography]. Moscow, Mysl Publ., 1980, pp. 204–254.
4. Vishnevsky A. G., Shcherbakova E. M. [Demographic brakes on the economy]. In: *Voprosy ekonomiki* [Questions of Economics], 2018, no. 6, pp. 48–70.
5. Evdokimov M. Yu. *Formirovaniye sistemy rasseleniya Smolenskoy oblasti (s VIII po XX vv.)* [Formation of the settlement system of the Smolensk region (from the 8th to the 20th centuries)]. Smolensk, 1995. 199 p.
6. Fedorov G. M., ed. *Zapadnoye porubezhye Rossii: modelirovaniye razvitiya i obespecheniye ekonomicheskoy bezopasnosti* [Western borderlands of Russia: modeling development and ensuring economic security]. Kaliningrad, 2020. 319 p.
7. Katrovsky A. P., Kovalev Yu. P., Ridevsky G. V. [Demographic situation as an indicator and factor in the development of the Russian-Belarusian border region]. In: *Regionalnyye issledovaniya* [Regional studies], 2016, no. 3, pp. 102–109.

8. Kuzavko A. S., Katrovsky A. P., Ridevsky G. V. *Evolyutsiya potrebitel'skogo rynka Dnepro-Dvinskogo regiona* [Evolution of the consumer market of the Dnieper-Dvina region]. Smolensk, SmolGU Publ., 2019. 159 p.
9. Lappo G. M. [Urban structure of Russia at the turn of the century]. In: Lipets Yu. G. *Goroda i gorodskiye aglomeratsii v usloviyakh zamknutogo prostranstva* [Cities and urban agglomerations in regional development]. Moscow, 2003, pp. 9–13.
10. Lappo G. M. [Diversity of cities as a factor in the successful spatial development of Russia]. In: *Izvestiya Rossiyskoy akademii nauk. Seriya: Geograficheskaya* [News of the Russian Academy of Sciences. Series: Geographical], 2019, no. 4, pp. 3–23.
11. Lappo G. M. [Features of Russian urbanization and their reflection in the urban structure of the country]. In: *Regionalnyye issledovaniya* [Regional studies], 2004, no. 1, pp. 3–12.
12. Maergoiz I. M., Lappo G. M. [Geography and urbanization]. In: Lappo G. M. et al., eds. *Voprosy geografii. Urbanizatsiya mira* [Questions of geography. Urbanization of the world]. Moscow, Mysl Publ., 1974, pp. 5–18.
13. Emlyak S. V., Katrovsky A. P., Kovalev Yu. P., Kunitsa M. N., Mazhar L. Yu., Ridevsky G. V., Sergutina S. A., et al. *Modernizatsiya i strukturnyye transformatsii rossiysko-belorusskogo prigranichya* [Modernization and structural transformations of the Russian-Belarusian borderland]. Smolensk, Universum Publ., 2018. 376 p.
14. Nymmik S. Ya. [Regional systems of settlements as a framework for regional formation]. In: *Vestnik Moskovskogo universiteta. Seriya 5. Geografiya* [Bulletin of Moscow University. Series 5. Geography], 1969, no. 3, pp. 35–45.
15. Ridevsky G. V. *Tsentro-periferiynyye protsessy i razvitiye regionov Belarusi* [Center-peripheral processes and development of regions of Belarus]. Minsk, Transtekhnika Publ., 2020. 346 p.
16. Katrovsky A. P., Antipova E. A., Baburin V. L., Bezruchenok A. P., Evdokimov S. P., Kuzavko A. S., Danshin A. I., et al. *Rossiysko-belorusskoye prigranichye: vyzovy mezhstolichnogo polozheniya* [Russian-Belarusian borderland: challenges of the inter-capital situation]. Smolensk, SmolGU Publ., 2022. 308 p.
17. Sheshelgis K. K. *Yedinaya sistema rasseleniya na territorii Litovskoy SSR: avtoref. dis. dok. arkhitekturi* [Unified settlement system on the territory of the Lithuanian SSR: abstract of Dr. Sci. thesis in Architecture]. Minsk, 1967. 42 p.
18. Yanovich E. L. [Intraregional subcenters: problems of modeling in the settlement system]. In: Valentey D. I., ed. *Rost gorodov i sistema rasseleniya* [Growth of cities and settlement system]. Moscow, Statistics Publ., 1975, pp. 36–44.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Катровский Александр Петрович – доктор географических наук, профессор, профессор кафедры географии естественно-географического факультета, Смоленский государственный университет;
e-mail: alexkatrovsky@mail.ru

Ридевский Геннадий Владимирович – кандидат географических наук, доцент, заведующий отделом социально-трудовых исследований Научно-исследовательского института труда, Министерство труда и социальной защиты Республики Беларусь;
e-mail: ridgeo@yandex.ru

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Alexander P. Katrovskiy – Dr. Sci. (Geography), Prof., Department of Geography, Smolensk State University;
e-mail: alexkatrovsky@mail.ru

Gennady V. Ridevsky – PhD (Geography), Assoc. Prof., Departmentally Head, Department of Social and Labor Research, Labor Research Institute of the Ministry of Labor and Social Protection of the Republic of Belarus;
e-mail: ridgeo@yandex.ru

ПРАВИЛЬНАЯ ССЫЛКА НА СТАТЬЮ

Катровский А. П., Ридевский Г. В. Городские населённые пункты российско-белорусского приграничья: основные тренды динамики численности населения в XXI в. // Географическая среда и живые системы. 2023. № 3. С. 96–113.
DOI: 10.18384/2712-7621-2023-3-96-113

FOR CITATION

Katrovsky A. P., Ridevsky G. V. Urban settlements of the Russian-Belarusian Border area: the main trends in population dynamics in the 21st century. In: *Geographical Environment and Living Systems*, 2023, no. 3, pp. 96–113.
DOI: 10.18384/2712-7621-2023-3-96-113

УДК 504.75
DOI: 10.18384/2712-7621-2023-3-114-129

СОЦИАЛЬНО-ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АКТОРЫ ЭВОЛЮЦИИ ЗЕЛЁНЫХ ПРОСТРАНСТВ ТЮМЕНИ

Федоров Р. Ю.

Институт криосферы Земли Тюменского научного центра Сибирского отделения Российской академии наук, 625026, г. Тюмень, ул. Малыгина, д. 86, Российская Федерация; e-mail: r_fedorov@mail.ru

Поступила в редакцию 02.03.2023
После доработки 26.07.2023
Принята к публикации 11.08.2023

Аннотация

Цель. Реконструкция и анализ эволюции социально-экологических аспектов формирования зелёных пространств сибирского города на примере Тюмени.

Процедура и методы. Историческая экология города исследована с позиции акторного подхода. В соответствии с ним отдельные интеллектуальные идеи, градостроительные стандарты, институциональные и неформальные общности людей выступают в качестве акторов, формировавших зелёные пространства города. При этом в процессе своего развития определённые элементы зелёных пространств начинают играть роль природных акторов, оказывающих влияние на социальное поведение и качество жизни людей.

Результаты. В результате исследования предпринята реконструкция социально-экологических аспектов основных этапов формирования зелёных пространств г. Тюмени в период с XIX по начало XXI вв. Выявлено и подвергнуто анализу влияние определённых социальных акторов на принципы формирования и воспроизводства зелёных пространств.

Теоретическая и/или практическая значимость. Сформулированы эвристические возможности акторного подхода применительно к изучению социально-экологических взаимодействий в зелёных городских пространствах. Ретроспективное исследование эволюции развития городских социоприродных комплексов с позиций исторической экологии даёт возможность разносторонней и глубокой оценки утилитарного и культурного значения определённых элементов зелёных пространств, а также позволяет учесть положительный и отрицательный опыты их создания в современной практике развития зелёной инфраструктуры города.

Ключевые слова: акторный подход, зелёные пространства, историческая экология, социально-экологические взаимодействия, Тюмень

Благодарности. Исследование выполнено в рамках госзадания ИКЗ ТюмНЦ СО РАН № 121041600042-7. Автор выражает глубокую благодарность доктору биологических наук С. П. Арефьеву за ценные замечания и предложения, сделанные им в ходе работы над статьёй.

© CC BY Федоров Р. Ю., 2023.

SOCIO-ECOLOGICAL ACTORS OF THE EVOLUTION OF GREEN SPACES OF TYUMEN

R. Fedorov

Earth Cryosphere Institute, Tyumen Scientific Centre of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences, ul. Malygina 86, Tyumen 625026, Russian Federation; e-mail: r_fedorov@mail.ru

Received 02.03.2023
Revised 26.07.2023
Accepted 11.08.2023

Abstract

Aim. Reconstruction and analysis of the evolution of socio-ecological factors of the formation of green spaces of the Siberian city on the example of Tyumen.

Methodology. The historical ecology of the city has been studied by actor's approach. It means that some intellectual ideas, urban planning standards, institutional and informal communities of people may be considered as actors that shaped the green spaces of the city. At the same time, in the process of their development, certain elements of green spaces begin to play the role of natural actors that affect social behaviour and quality of people's life.

Results. A reconstruction of the socio-ecological aspects of the main stages of green spaces formation in Tyumen in the period from the 19th to the beginning of the 21th century was undertaken. The influence of social actors on the principles of the formation and reproduction of green spaces has been identified and analyzed.

Research implications. The study formulated heuristic capabilities of the actor approach in the studies of socio-ecological interactions in green urban spaces. Retrospective study of the evolution of the development of urban socio-natural complexes from the standpoint of historical ecology makes deeper understanding the utilitarian and cultural significance of different elements of green spaces, as well as take into account the positive and negative experience of their creation in the modern practice of green infrastructure development in the city.

Keywords: actor approach, green spaces, historical ecology, socio-environmental interactions, Tyumen

Acknowledgments: This research has been supported by the state task of Tyumen Scientific Centre SB RAS No. 121041600042-7. The author is deeply grateful to Dr. S.P. Arefiev for his valuable comments and suggestions which have been made during the work on the article.

Введение

Городскую природу можно рассматривать в качестве социоприродного комплекса, который является своеобразной актуализацией определённых ценностно-мировоззренческих ориентаций человека, интеллектуальных идей и социальных отношений. Особенно наглядно это отражается в зелёных пространствах городов, под которыми в современной литературе принято подразумевать совокупность парков, скверов, садов, зелёных насаждений вдоль улиц, дорог, во дворах домов и около промышленных объектов, участков стихийно сформировавшейся городской растительности и др. [14]. При обращении к исторической ретроспективе развития городов можно проследить различные пути

эволюции социально-экологических парадигм формирования их зелёных пространств, характер которых был обусловлен определёнными формационными, экономическими, культурными и технологическими факторами развития общества. В изучении этой эволюции большой интерес представляет выявление роли общекультурных, ценностно-нормативных и институциональных факторов, играющих определяющую роль в трансформациях городской природы. В целом данное междисциплинарное направление исследований можно отнести к исторической экологии городов. Чаще всего предметом исследований исторической экологии становятся социально-экологические процессы, имевшие место в достаточно широких хронологических рамках, которые нередко исчисляются тысячелетиями. Примером этого могут служить исследования экологии древних сообществ, опирающиеся на синтез подходов и методов, сложившихся в археологии, антропологии и экологии.

На территории России, особенно в её азиатской части, история формирования зелёных пространств большинства городов во многих случаях составляет не более нескольких столетий и имеет своё продолжение в современности. Это обстоятельство позволяет широко применять в исследованиях методы исторической географии и социальной антропологии, опирающиеся на анализ документальных, статистических и устных источников, отражающих историю развития городской среды. Помимо этого данные методы дают возможность проводить непосредственные наблюдения за социокультурными контекстами формирования и использования зелёных пространств в современности. Обращение к перечисленным выше источникам и методам даёт возможность проследить то, как зелёные пространства определённого города хранят в себе отголоски и наслоения разных «социально-экологических эпох» его истории.

Основная цель настоящей статьи состоит в попытке рассмотреть эволюцию социально-экологических аспектов формирования зелёных пространств сибирского города на примере Тюмени. Выбор этого города в качестве территориальных рамок исследования обусловлен несколькими причинами. Во-первых, основанная в 1586 г. Тюмень является старейшим городом в азиатской части России, который за более чем 400 лет своего существования прошёл эволюционный путь развития от острога к типичному сибирскому «купеческому городу» XIX в., который и к началу XXI столетия вошёл в число наиболее динамично развивающихся административных центров регионов Российской Федерации. Это обусловило, с одной стороны, большое типологическое разнообразие зелёных пространств, с другой, – высокую динамику преобразований городской среды, на фоне которой особую актуальность приобретает проблема сохранения и развития зелёной инфраструктуры города.

Исследование опиралось на анализ нескольких видов источников:

– документы, отражавшие административные меры по озеленению Тюмени, хранящиеся в Государственном архиве Тюменской области;

– историко-краеведческие публикации, посвящённые практическим аспектам озеленения;

– тематические интервью с жителями города, которые в период с 1960-х гг. по начало XXI в. принимали непосредственное участие в озеленении общественных пространств.

– непосредственные наблюдения, которые велись автором с 1980-х гг. и включали в себя визуальную оценку видового состава, состояния и особенностей использования зелёных пространств г. Тюмени.

Для достижения системного понимания социально-экологических взаимодействий в городской среде методология исследования опиралась на акторный подход. В нём, с одной стороны, в соответствии со ставшими общепринятыми в социологии концепциями, в разное время сформулированными М. Вебером, А. Туреном и рядом других мыслителей, выделяются социальные акторы, оказывавшие влияние на формирование зелёных городских пространств. Среди них были выделены исполнительные (непосредственные) акторы, включающие отдельных людей, социальные общности и организации, осуществлявшие практическую деятельность по созданию зелёных пространств. Помимо них в работе были отдельно рассмотрены установочные (опосредованные) акторы, к которым отнесены парадигмы социально-экономического развития города, градостроительные нормы и стандарты, интеллектуальные идеи и экологические потребности горожан. С другой стороны, в соответствии с принципами акторно-сетевой теории, получившей развитие в работах Б. Латура [5] и ряда других современных исследователей, определённые элементы зелёных пространств рассматриваются в качестве материальных акторов, влияющих на социальное поведение жителей города. Данная трактовка зелёных пространств в имплицитном виде присутствует во многих современных исследовательских подходах, в которых они трактуются в качестве своеобразных акторов экосистемных услуг, способных удовлетворить определённые утилитарные и культурные потребности жителей городов [12; 13].

Социально-экологическая эволюция развития зелёных пространств Тюмени

Территория, на которой была основана Тюмень, находится в подтаёжной зоне умеренного пояса Западной Сибири, сформировавшейся в условиях умеренно-континентального климата. Природная растительность на суходолах представлена осиново-берёзовыми лесами, на лёгких песчаных почвах – сосняками, на чернозёмах – лесостепным колками, в поймах – ольховниками, ивняками и травяными лугами [11, с. 212].

На сегодняшний день неизвестны какие-либо документальные свидетельства попыток озеленения Тюмени с момента её основания в 1586 г. до начала XIX в., поэтому об экологической истории города в этот период можно строить лишь предположения. Первоначально Тюмень представляла собой небольшой острог, расположенный на возвышенности правого берега р. Туры. С начала XVII в. вокруг острога стали формироваться жилые слободы [2, с. 241].

XIX в. – начало XX в. Начало целенаправленного озеленения г. Тюмени было связано с формированием в России экономики капиталистическо-

го типа, развитие которой повлекло за собой не только ускорение и усложнение процессов урбанизации, но и рост культурно-бытовых потребностей жителей городского населения.

Первые попытки создания в Тюмени парков и садов, как правило, относят к 30 гг. XIX в. В этот период на берегу р. Туры по инициативе смотрителя уездного училища был заложен Загородный сад. Обустройство сада осуществлялось при поддержке Городской думы и на добровольные пожертвования тюменских купцов. По сохранившимся свидетельствам в саду произрастали ели, липы, берёзы, карагана древовидная, малина, смородина, высаживались цветы [4, с. 75–76].

В 1843 г. по инициативе провизора А. Дауделя в городе был открыт аптекарский сад. Несмотря на то, что к концу XIX в. в Тюмени появилось ещё несколько небольших садов и бульваров, по свидетельствам современников в городе не хватало зелёных пространств. На фотографиях Тюмени конца XIX в. хорошо заметно, что вдоль улиц города нет, либо крайне мало деревьев (рис. 1). Лишь в конце XIX в. Городская дума впервые рекомендовала посадку тополей вдоль главных улиц города[1].

Следует отметить, что в этот период подавляющее большинство населения Тюмени проживало в частных домах и усадьбах, и его быт нередко мало чем отличался от традиционного уклада

Рис. 1 / Fig. 1. Виды Тюмени на открытках конца XIX в. / Views of Tyumen on postcards of the late XIX century

Источник: Достопримечательности и панорамы Тюмени [сайт]. URL: http://postcardsoftyumen.tilda.ws (дата обращения: 01.03.2023)

[1] Государственный архив Тюменской области (далее – ГБУТО ГАТО). Ф.И-2. Оп. 1. Д. 526. Л. 162.

сельских жителей. На городских улицах паслись коровы и козы, которые объедали саженцы [4, с. 80]. Это обстоятельство затрудняло озеленение города, поэтому в сложившейся ситуации могли сохраниться и развиваться лишь огороженные зелёные насаждения.

К установочным акторам, давшим первые ростки экологизации общественного сознания в России на рубеже XIX–XX вв., следует отнести проникновение сложившихся к тому времени на Западе интеллектуальных идей, связанных с необходимостью активного привнесения в городскую среду элементов «рукотворной природы». Первой из них стала идея города-сада, принадлежавшая английскому философу-утописту Э. Говарду. Книга Говарда «Города будущего» была издана в России в 1911 г.[1]. Предложенная им утопическая идея за короткий отрезок времени не только превратилась в яркую метафору, но и нашла пути для практического воплощения.

Несмотря на то, что нам неизвестны упоминания о влиянии идеи города-сада на благоустройство Тюмени тех лет, до нас дошли свидетельства восприимчивости местной общественности к другой интеллектуальной идее, связанной с проведением в конце XIX в. в ряде российских городов дней древонасаждений. Принято считать, что первым инициатором подобных праздников в 1872 г. выступил американский общественный деятель и ботаник С. Мортон[2]. В России идея озеленения территорий при помощи школьников получила поддержку как у учёных-лесоводов, так и у просветителей и педагогов, оказавших влияние на развитие светского и духовного образования тех лет [6; 10] и др. На институциональном уровне праздники древонасаждения курировало Министерство народного просвещения. В его подготовке также принимало участие местное общество садоводов [9, с. 1]. В Тюмени первый праздник древонасаждения был проведён в мае 1902 г. по инициативе директора Александровского реального училища И. Я. Словцова.

В конце XIX – начале XX вв. в озеленении Тюмени начали активно использоваться чужеродные растения. На этот процесс большое влияние оказало установление железнодорожного сообщения города с европейской частью России и общее развитие рынка сельскохозяйственной и садоводческой продукций. К примеру, для открытого в 1915 г. парка на Александровской площади деревья и кустарники были заказаны в находившемся в Саратове частном садоводстве, откуда они были доставлены на поезде. По всей видимости, это была первая в истории города ситуация, когда для создания парка закупались саженцы растений из другого региона. В их число входили карагана древовидная, жимолости татарская и альпийская, жасмин обыкновенный и крупноцветный, клён татарский, липа обыкновенная, сирень обыкновенная, смородина золотистая, ели Энгельмана и американская белая, туя канадская, спиреи Вангутта, Блюма и вечноцветущая, а также некоторые другие виды декоративных кустарников и цветов[3].

[1] Говард М. Города будущего. СПб.: Типография т-ва «Общественная польза», 1911. 176 с.

[2] History of Arbor Day [Электронный ресурс]. URL: https://www.arborday.org/celebrate/history.cfm (дата обращения: 22.02.2023).

[3] ГБУТО ГАТО. Ф.И-1. Оп. 1. Д. 366. Л. 143

В целом, характерной особенностью данного периода являлось то, что в качестве исполнительных социальных акторов формирования зелёных пространств Тюмени выступали отдельные энтузиасты или небольшие группы людей, относящиеся к интеллигенции или купеческому сословию. При этом озеленение города оставалось спорадическим и не имело общепринятых стандартов и централизованных механизмов управления. Поэтому часто после смерти или отъезда из города энтузиаста – создателя парка или сада последние быстро приходили в упадок или их территория отдавалась под другие нужды.

В качестве установочных акторов выступали интеллектуальные идеи, связанные с экологизацией общественного сознания, а также начавшаяся формироваться в России эпохи капитализма потребность горожан в создании зелёных пространств общего пользования.

Советский период. С самого начала установления советской власти в Тюмени предпринимались попытки вложить новое социально-идеологическое значение в сложившиеся до революции зелёные пространства города. В частности, в 1918 г. сады при Реальном училище и Женской гимназии были объединены с садом на Александровской площади и стали называться «Советским парком», открытым для посещений всеми горожанами [4, с. 92]. В 1936 г. в центре Тюмени был открыт городской сад, на территории которого проводились спортивные соревнования, стояла парашютная вышка, действовала танцплощадка.

В 1930-е гг. сложилась централизованная система озеленения советских городов. В ней в качестве установочных акторов формирования зелёных пространств начали выступать разработанные в то время научные обоснования, технические нормы и стандарты благоустройства городов. Наиболее важным из них стали установленные Народным комиссариатом коммунального хозяйства РСФСР рекомендуемые общегородские и внутриквартальные нормы площади озеленения, которые обязывали руководство городских администраций к активному развитию зелёных пространств.

В документах тех лет начали появляться научные обоснования использования определённых видов деревьев и кустарников в озеленении Тюмени и её окрестностей. К примеру, первые рекомендации по широкому использованию клёна ясенелистного встречаются в документах середины 1930-х гг. по созданию защитных лесополос вдоль Тобольского тракта[1].

На уровне центральных органов власти главными структурами, осуществлявшими общее руководство зелёным хозяйством и строительством, являлись Совет Министров РСФСР и Министерство жилищно-коммунального хозяйства РСФСР. При последнем министерстве имелось Главное управление зелёного хозяйства (Главзеленхоз).

Как и в других городах СССР, в Тюмени основные меры по организации озеленения общественных пространств осуществлялись горисполкомом. В качестве одного из основных исполнительных акторов формирования зелёных пространств города в разное время выступали такие струк-

[1] ГБУТО ГАТО. Ф. Р-855. Оп. 1. Д. 20. Л. 8.

туры, как Трест зелёного хозяйства, Ремонтно-строительное управление зелёного строительства и др. Однако помимо этих специализированных учреждений активную роль в озеленении общественных пространств играли промышленные предприятия города.

В монографии «Градостроительная политика СССР, 1917–1929: от города-сада к ведомственному рабочему посёлку» М. Г. Мееровичем был сделан вывод, что с точки зрения социальной организации советский соцгород не смог воплотить в себе говардовские идеалы города-сада [7]. Несмотря на это, советская индустриализация сама по себе нередко выступала опосредованным актором формирования зелёных пространств.

По воспоминаниям старожилов Тюмени, активное озеленение города, начавшееся в 1950-х гг., было обусловлено динамичным развитием эвакуированных во время войны и новых промышленных предприятий. Учитывая тот факт, что большинство из этих заводов и фабрик находились в черте города, на них часто возлагались задачи благоустройства прилегающих территорий, в ходе которых было необходимо выполнить определённые нормативы по озеленению. При этом заводы и другие крупные предприятия обладали обширными материальными, техническими и человеческими ресурсами для осуществления крупномасштабных задач озеленения. Имея автобусы, грузовые автомобили и необходимый инвентарь, заводы могли отправлять во время субботников своих сотрудников в лес или питомники при лесничествах для того, чтобы привезти оттуда саженцы деревьев и посадить их на подведомственных территориях.

Таким образом, появление в городских пространствах новых производственных комплексов, утилитарных построек и транспортных магистралей в большинстве случаев выступало своеобразным актором для формирования рядом с ними новых зелёных массивов, которые впоследствии становились важными элементами экологического каркаса города.

К примеру, в 1970-е гг. участниками расположенного вдоль железной дороги гаражного кооператива «Маяк» была высажена лесополоса из тополей, которая впоследствии стала основой получившего популярность у жителей района сквера Юности. Таким образом, такой утилитарный объект, как гаражи, выступил в качестве актора формирования получившего большое рекреационное значение зелёного пространства (рис. 2).

В послевоенное время в Тюмени для озеленения чаще всего использовались такие произраставшие в окрестностях города деревья, как берёза повислая, липа сердцевидная, ель сибирская, лиственница сибирская, сосна обыкновенная и др.

Развитие системы питомников оказало большое влияние на расширение видового разнообразия используемых в озеленении города деревьев. В 1950-е гг. в питомнике Тюменского лесничества проводились успешные эксперименты по акклиматизации дуба, ясеня, вяза и других чужеродных древесных растений [11, с. 232]. В 1960-х – 1970-е гг. в озеленении улиц города массово стали использоваться поставляемые из питомников тополь бальзамический и клён ясенелистный. Не являясь местными видами, они за короткий отрезок времени стали одними из са-

Рис. 2 / Fig. 2. Защитная полоса, положившая начало скверу Юности. На верхней фотографии: построенные вдоль железной дороги гаражи, за которыми была высажена защитная полоса. На нижней фотографии: эта же защитная полоса, превращённая в одну из аллей сквера / The defensive streak that started the Youth Square. In the top photo: garages built along the railway, behind which a protective strip was planted. In the bottom photo: the same protective strip, turned into one of the alleys of the square

Источник: фото автора

мых распространённых древесных растений в городе. Другими важными видовыми доминантами зелёных пространств Тюмени того времени стали яблоня ягодная, сирень обыкновенная, рябина обыкновенная и др. [1, с. 54].

В этот период на территории города активно велось благоустройство и развитие лесопарковых зон. В 1968 г. находившиеся на западной и северной окраинах города сосняки и березняки естественного происхождения – Затюменский экопарк (первоначальное название парка – «Лесной участок Тюменского лесничества в районе дома отдыха имени Оловянникова») и лесопарк имени Ю. А. Гагарина (первоначальное название парка – «Мысовская дача») получили статус региональных памятников природы. В 1984 г. было принято решение превратить пришедшую в запустение Гилёвскую рощу, расположенную на востоке города, в лесопарк, благоустройство которого было поручено нескольким примыкавшим к нему предприятиям[1].

В соответствии с принципами плановой экономики Тюменский облисполком составлял планы по увеличению площадей зелёных насаждений общего пользования на пятилетку. Горисполком обеспечивал реализацию конкретных мероприятий по посадке деревьев на определённых улицах. К примеру, в сентябре 1985 г. по инициативе горисполкома в Тюмени был запланирован месячник по озеленению территории города, в рамках которого было необходимо высадить 235 000 деревьев и 470 000 кустарников[2]. Таким образом, количество посаженных только за 1 месяц растений должно было превысить общую численность населения города. Проведение столь масштабного мероприятия предполагалось посредством мобилизации «всех трудовых коллективов, предприятий, организаций и учреждений»[3]. При этом в подобных планах указывались лишь предполагаемые количественные показатели, тогда как видовой состав деревьев не уточнялся и часто зависел от наличия тех или иных саженцев на местах.

Постсоветский период. Процесс распада СССР отразился и на сложившихся административно-хозяйственных механизмах озеленения советских городов. Для Тюмени 1990-х гг. было характерно резкое снижение объёма централизованных мероприятий по формированию новых и поддержанию имевшихся элементов зелёной инфраструктуры. При этом своеобразным парадоксом того времени стало то, что отсутствие этих мер вместе со снижением хозяйственной активности в ряде случаев даже способствовало увеличению площади отдельных зелёных пространств города. Чаще всего такая ситуация была характерна для частного сектора, пустырей, оврагов, пространств вдоль железнодорожных путей, теплотрасс, заборов и других линейных сооружений, где посредством самосева спонтанно формировались новые зоны произрастания определённых видов деревьев и кустарников. Наиболее активным видом древесных растений, «осваивавшим» эти пространства, был клён ясенелистый.

По примерным подсчётам в первые десятилетия XXI в. в зелёных про-

[1] ГБУТО ГАТО. Ф. 1894. Оп. 1. Д. 1037. Л. 76

[2] ГБУТО ГАТО. Ф. 1894. Оп. 1. Д. 1088, Л. 11

[3] Там же.

странствах Тюмени насчитывалось около 50 древесных и 70 кустарниковых форм растений. Из них 45 видов были местными, а 75 видов являлись интродуцентами [11, с. 220]. На фоне нарастания постиндустриальных черт развития городской среды Тюмени существенным образом трансформировались принципы формирования и воспроизводства её зелёных пространств. Для этого периода стало характерным закрытие или перенос на окраины города большинства промышленных предприятий на фоне тенденции к максимальному вовлечению городских пространств в их коммерческое использование в основном с целью строительства жилых комплексов, торговых центров и офисных зданий.

В период с 2003 по 2022 гг. численность населения Тюмени возросла с 510 тыс. до 828 тыс. человек[1]. Такие факторы, как стремительный рост численности населения, точечная застройка центра города, сопровождавшаяся сносом частного сектора, активное формирование новых спальных районов, строительство автодорог и транспортных развязок существенным образом сократили пропорции озеленения, приходящиеся на среднестатистического жителя города.

К началу XXI в. принципиально изменилась система социальных акторов, влиявших на формирование и функционирование зелёных пространств города. Помимо градостроительных норм и стандартов, одним из установочных акторов, определяющих специфику зелёных пространств города, стал субъект проектанта, под которым подразумеваются организации и коллективы, разрабатывающие по заказам муниципальных органов власти концепции озеленения территорий. К преимуществам подобных проектных решений можно отнести их комплексность, однако в их реализации, как правило, заложены риски, связанные с недостаточным пониманием проектантом локальной специфики развития зелёных пространств и с недооценкой общественного мнения. Последнее, благодаря увеличению вовлечения горожан в медийную активность и развитию тематических сетевых сообществ, посвящённых проблемам благоустройства города, превратилось в важный социальный актор, который оказался способен влиять на принятие решений, связанных с судьбой тех или иных зелёных пространств. Примером этого может служить отмена строительства университетского кампуса на месте Городищенского лога, отказ от вырубки деревьев по ул. Мельничная под давлением общественного мнения [8, с. 65].

Следует отметить, что на данном этапе проектная деятельность становится основным установочным актором, регулирующим видовой состав городских зелёных пространств. К примеру, в принятой стратегии озеленения Тюмени до 2040 г. из основного ассортимента древесных растений были исключены получившие ранее широкое распространение в зелёных пространствах города тополь бальзамический и клён ясенелистый. Среди ранее использовавшихся в озеленении города деревьев предпочтение было отдано берёзе повислой, липе сердцевидной, ели сибирской, лиственице сибирской, сосне обыкновенной, яблоне

[1] ГородаРоссии[сайт]. URL: https://города-россия.рф/sity_id.php?id=25 (дата обращения: 22.02.2023)

ягодной, яблоне лесной, рябине сибирской, калине обыкновенной. Помимо них в стратегию озеленения были включены и менее распространённые в зелёных пространствах города виды: вяз гладкий, вяз приземистый, ива ломкая, ива белая, ива прутовидная и ива трёхтычинковая[1].

Говоря об исполнительных акторах, следует отметить, что специфической особенностью данного периода стало то, что работы по озеленению и поддержанию зелёной инфраструктуры начали проводиться преимущественно посредством муниципальных заказов, в которых тендеры на проведение определённых работ могли выполнять разные организации, в т. ч. из других городов. Эта ситуация нередко приводила к снижению качества проводимых работ. Для Тюмени наиболее характерным примером этого стали регулярные случаи нарушения технологий обрезки тополей на улицах города.

В целом, характеризуя перспективы решения возникших в этот период проблем, следует отметить важность преодоления дезинтеграции и установления доверительных взаимодействий между социальными акторами, оказывающими влияние на принципы развития зелёных пространств города, включая его жителей, органы муниципальной власти, проектантов и подрядчиков.

Заключение

Приведённый ретроспективный анализ можно рассматривать в качестве иллюстрации тезиса о том, что городские зелёные пространства представляют собой социоприродный комплекс, который является актуализацией деятельности определённых установочных или исполнительных социальных акторов. При этом разные «социально-экологические эпохи» формирования городской среды порождали свои ценностные парадигмы и специфические организационные формы воспроизводства зелёных пространств.

За рассмотренный период Тюмень пережила доиндустриальный, индустриальный и постиндустриальный периоды цивилизационного развития, а также формационные эпохи перехода от феодального общества к капитализму, социализма и современного государственного капитализма.

По мере своего формирования в результате деятельности определённых социальных акторов многие элементы зелёных пространств города стали превращаться в природные акторы, влияющие на социальные процессы. Сегодня данная ситуация находит своё выражение в том, что наличие доступных зелёных пространств в силу их важных экосистемных и эстетических функций выступает в сознании местных жителей значимым критерием комфорта и даже престижности определённого района города. Парковые зоны создают новые возможности для досуга и активного отдыха горожан. В то же время в некоторых случаях наличие растений-аллергенов или актуальная для Тюмени проблема тополиного пуха оказывают влияние на социальное поведение восприимчивых к ним

[1] Стратегия озеленения муниципального образования городской округ город Тюмень на период до 2040 года [Электронный ресурс]. URL: https://www.tyumen-city.ru/vlast/administration/struktura-administracii-goroda-tumeni/departaments/djkh/ekologii/ozelenenie-goroda-tumeni/strategii-ozeleneniigoroda-tumeni/ (дата обращения: 22.02.2023).

жителей, которые в определённые фазы сезонного развития растений вынуждены брать отпуск и уезжать за пределы города.

Следует отметить, что некоторые спонтанно развившиеся элементы городских зелёных пространств в сознании местных жителей начали представлять собой экологическую ценность. К их примерам можно отнести упомянутый выше Городищенский лог, а также некоторые заросшие пустыри и придомовые пространства в районах старой застройки, превратившиеся в подобие небольших самопроизвольно возникших палисадников. При этом разные «эпохи» социально-экологической истории Тюмени создали свои наслоения в зелёных пространствах города.

Отголоски опыта озеленения города, осуществлявшегося в XIX–XX вв., сохранились в претерпевших ревитализацию фрагментах Александровского сада и некоторых других зелёных пространств того времени, в которых практически не сохранилось первоначальных насаждений. В то же время такие сложившиеся в Тюмени лесопарковые зоны с участками естественной растительности, как Затюменский экопарк, Гилёвская роща, Лесопарк им. Ю. А. Гагарина и Плехановский бор, после благоустройства стали выполнять важные рекреационные функции.

Рис. 3 / Fig. 3 Примеры спонтанного озеленения частного сектора Тюмени в районе Большое Городище / Examples of spontaneous landscaping of the private sector of Tyumen in the Bolshoi Gorodishche area

Источник: фото автора

Одним из самых интересных и явно недостаточно оценённых видов зелёных пространств Тюмени являются придомовые территории частного сектора (рис. 3). В особенности это касается исторического центра Тюмени, включающего районы Царёво Городище и Большое Городище, где сосредоточено большое видовое разнообразие древесных и кустарниковых растений. Последнее было обусловлено тем, что в отличие от практиковавшихся типовых решений, озеленение большинства улиц этого района носило индивидуальный характер и являлось результатом спонтанного поиска и экспериментов, когда жители частного сектора высаживали на своих участках и придомовых территориях редкие и даже экзотические растения. К примеру, на территории Большого Городища нами были зафиксированы отдельные случаи произрастания таких редко встречающихся в местных условиях растений, как дуб черешчатый, орех маньчжурский и др.

Следует отметить, что неочевидность общественного значения этих зелёных пространств ставит их существование под угрозу ввиду того, что в процессе формирования новых проектов комплексного развития территорий, подразумевающих снос частного сектора в центре города, вместе с деревянными домами будет неминуемо уничтожено большинство деревьев, находящихся в непосредственной близости от них. Исходя из этого, отдельные элементы таких зелёных пространств нуждаются в обосновании своей экологической и эстетической ценности.

Эта работа чрезвычайно важна ввиду того, что в исторических районах Тюмени определённые виды зелёных насаждений следует рассматривать в качестве неотъемлемой части целостного образа культурного ландшафта, который, по мнению исследователей, должен характеризовать объективную реальность, не расчленяя при этом социоприродную систему [3, с. 18].

В целом можно сделать вывод, что изучение социально-экологических аспектов формирования и взаимодействий различных исторически сложившихся наслоений зелёных пространств в городской среде имеет большое практическое значение: именно через него в полной мере возможно оценить их утилитарную и культурную ценность, а также учесть положительный и отрицательный опыт их создания в современной практике развития зелёной инфраструктуры города.

ЛИТЕРАТУРА

1. Видякина А. А., Семёнова М. В. Древесные растения в озеленении города Тюмени // Аграрная Россия. 2009. № 2. С. 54–55.
2. Кочедамов В. И. Труды по истории градостроительства с комментариями современных учёных. Т. 3. СПб.: Сохранённая культура, 2021. 436 с.
3. Красовская Т. М. Прикладные направления использования концепции культурного ландшафта // Вестник Московского государственного областного университета. Серия: Естественные науки. 2018. № 3. С. 11–22.
4. Кубочкин С. Н. Тычковка, Сараи, Потаскуй… Из истории тюменских окраин XIX – начала XX в. Тюмень: Изд-во Юрия Мандрики, 2002. 296 с.
5. Латур Б. Пересборка социального: введение в акторно-сетевую теорию. М.: ИД Высшей школы экономики, 2014. 384 с.

6. Лукашевич К. В. Праздник лесонасаждений. М.: Печатник, 1911. 60 с.
7. Меерович М. Г. Градостроительная политика СССР, 1917–1929: от города-сада к ведомственному рабочему поселку. М.: Новое литературное обозрение, 2017. 347 с.
8. Петров Ю. В. Пространственное сочетание сельской и городской местности на юге Тюменской области: проблемы, возможные решения // Географическая среда и живые системы. 2021. № 3. С. 54–75.
9. Сулимов В. С. Праздники древонасаждений в Западной Сибири начала XX в. Тобольск, 2017. 50 с.
10. Турский М. К. Как выучиться разводить деревья: Об устройстве древесного питомника при нар. школе. М.: тип. И. Д. Сытина и К°, 1892. 65 с.
11. Тюмень в начале XXI века / В. П. Клюева, В. И. Ульянов, Д. А. Авдеев и др. Тюмень: Изд-во ИПОС СО РАН, 2002. 334 с.
12. Krekel C., Kolbe J., Wüstemann H. The greener, the happier? The effect of urban land use on residential well-being // Ecological Economics. 2016. № 121. P. 117–127.
13. Latham A., Layton J. Social infrastructure and the public life of cities: studying urban sociality and public spaces // Geography Compass. 2019. № 13. P. e12444..
14. Planning of Urban Green Spaces: An Ecological Perspective on Human Benefits / T. Semeraro, A. Scarano, R. Buccolieri, A. Santino, E. Aarrevaara // Land. 2021. № 10. P. 105.

REFERENCES

1. Vidyakina A. A., Semenova M. V. [Woody plants in landscaping of the city of Tyumen]. In: *Agrarnaya Rossiya* [Agrarian Russia], 2009, no. 2, pp. 54–55.
2. Kochedamov V. I. *Trudy po istorii gradostroitel'stva c kommentariyami sovremennyh uchenyh. T. 3* [Works on the history of urban planning with comments by modern scientists. Vol. 3]. St. Petersburg, Sohranennaya kultura Publ., 2021. 436 p.
3. Krasovskaya T. M. [Application directions for the cultural landscape concept using]. In: *Vestnik Moskovskogo gosudarstvennogo oblastnogo universiteta. Seriya: Estestvennye nauki* [Bulletin of Moscow State Regional University. Series: Natural Sciences], 2018, no. 3, pp. 11–22.
4. Kubochkin S. N. *Tychkovka, Sarai, Potaskuj… Iz istorii tyumenskih okrain XIX – nachala XX v.* [Tychkovka, Sarai, Potaskuj… From the history of the Tyumen outskirts of the 19th – early 20th centuries]. Tyumen, Izd-vo Yuriya Mandriki, 2002. 296 p.
5. Latur B. *Peresborka socialnogo: vvedenie v aktorno-setevuyu teoriyu* [Re-assembly of social: an introduction to actor-network theory]. Moscow, ID Vysshej shkoly ekonomiki Publ., 2014. 384 p.
6. Lukashevich K. V. *Prazdnik lesonasazhdenij* [Arbor days]. Moscow, Pechatnik Publ., 1911. 60 p.
7. Meerovich M. G. *Gradostroitelnaya politika SSSR, 1917–1929: ot goroda-sada k vedomstvennomu rabochemu poselku* [Urban planning policy of the USSR, 1917–1929: from the garden city to the departmental labor village], Moscow, Novoe literaturnoe obozrenie Publ., 2017. 347 p.
8. Petrov Yu. V. [Spatial combination of rural and urban areas in the south of Tyumen region: problems and possible solutions]. In: *Geograficheskaya sreda i zhivye sistemy* [*Geographical Environment and Living Systems*], 2021, no. 3, pp. 54–75.
9. Sulimov V. S. *Prazdniki drevonasazhdenij v Zapadnoj Sibiri nachala XX v.* [Arbor days in Western Siberia at the beginning of the 20th century], Tobolsk, 2017. 50 p.
10. Turskij M. K. *Kak vyuchitsya razvodit derevya: Ob ustrojstve drevesnogo pitomnika pri narodnoj shkole* [How to learn how to grow trees: About the arrangement of a tree nursery at a folk school]. Moscow, Tip. I. D. Sytina i K°, 1892. 65 p.

11. Klyueva V. P., Ulyanov V. I., Avdeev D. A., et al. *Tyumen v nachale XXI veka* [Tyumen at the beginning of the 21st century]. Tyumen: Izd-vo IPOS SO RAN Publ., 2002. 335 p.
12. Krekel C., Kolbe J., Wüstemann H. The greener, the happier? The effect of urban land use on residential well-being. In: *Ecological Economics*, 2016, no. 121, pp. 117–127.
13. Latham A., Layton J. Social infrastructure and the public life of cities: studying urban sociality and public spaces. In: *Geography Compass*, 2019, no. 13, pp. e12444.
14. Semeraro T., Scarano A., Buccolieri R., Santino A., Aarrevaara E. Planning of Urban Green Spaces: An Ecological Perspective on Human Benefits. In: *Land*, 2021, no. 10, pp. 105.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРЕ

Федоров Роман Юрьевич – доктор исторических наук, главный научный сотрудник Института криосферы Земли Тюменского научного центра, Сибирское отделение РАН;
e-mail: r_fedorov@mail.ru

INFORMATION ABOUT THE AUTHOR

Roman Yu. Fedorov – Dr. Sci (History), Chief Researcher, Earth Cryosphere Institute, Tyumen Scientific Centre, Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences;
e-mail: r_fedorov@mail.ru

ПРАВИЛЬНАЯ ССЫЛКА НА СТАТЬЮ

Федоров Р. Ю. Социально-экологические акторы эволюции зелёных пространств Тюмени // Географическая среда и живые системы. 2023. № 3. С. 114–129.
DOI: 10.18384/2712-7621-2023-3-114-129

FOR CITATION

Fedorov R. Yu. Socio-ecological actors of the evolution of green spaces of Tyumen. In: *Geographical Environment and Living Systems,* 2023, no. 3, pp. 114–129.
DOI: 10.18384/2712-7621-2023-3-114-129

ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ГЕОГРАФИЯ И ВЫЗОВЫ ПРОСТРАНСТВЕННОГО РАЗВИТИЯ

УДК 332.02; 913.3:33
DOI: 10.18384/2712-7621-2023-3-130-143

ИНДУСТРИАЛЬНЫЙ ПАРК КАК СОВРЕМЕННАЯ ФОРМА ОРГАНИЗАЦИИ ПРОИЗВОДСТВА

Зайцева А. И.

Кемеровский государственный университет, 650000, г. Кемерово, ул. Красная, д. 6, Российская Федерация; e-mail: lit-ani@mail.ru

Поступила в редакцию 15.11.2022
После доработки 15.08.2023
Принята к публикации 21.08.2023

Аннотация
Цель. Выявить сущность и типы индустриального парка как современной формы организации отраслей промышленности; изучить предпосылки, опыт и перспективы создания индустриальных парков в Кемеровской области – Кузбасса.
Процедура и методы. В работе используются теоретические методы, включая анализ и обобщение нормативно-методических документов, научных публикаций. С помощью картографического метода наглядно отражено расположение индустриальных парков в Кемеровской области – Кузбассе.
Результаты. Анализ нормативных документов и научных публикаций позволил сформулировать характерные черты, типы и преимущества индустриальных парков. В ходе исследования установлено, что в Кемеровской области – Кузбассе для создания парков разных типов имеется необходимая инфраструктура. Это позволит диверсифицировать экономику и решить актуальную для региона проблему монозависимости.
Теоретическая и/или практическая значимость. Проанализированы и обобщены особенности, типы и преимущества создания индустриальных парков как современной формы организации производства, что является особенно актуальным для типичного промышленного региона, к которым относится Кемеровская область – Кузбасс.

Ключевые слова: индустриальный парк, промышленность, производство, регион, территория, экономика

© CC BY Зайцева А. И., 2023.

INDUSTRIAL PARK AS A MODERN FORM OF PRODUCTION ORGANIZATION

A. Zaytseva

Kemerovo State University, ul. Krasnaya 6, Kemerovo 650000, Russian Federation;
e-mail: lit-ani@mail.ru

Received 15.11.2023
Revised 15.08.2023
Accepted 21.08.2023

Abstract

Aim. Identify the essence and typical forms of industrial park as a modern form of production organization, examine the prerequisites, experience and prospects of creating industrial parks in the Kemerovo region Kuzbass.

Methodology. Theoretical methods, including analysis and generalization of materials of regulatory and methodological documents, scientific publications, as well as information from official websites of companies on the subject of research are used. The location of industrial parks in the Kemerovo region – Kuzbass is clearly reflected by using the cartographic method.

Results. The analysis of regulatory documents and scientific publications allowed us to formulate industrial park features as well as the types and advantages of industrial parks creation. The study found that there is a necessary infrastructure to create parks of different types in the Kemerovo region – Kuzbass. These measures will allow to diversify the economy and solve the problem of mono-dependence, which is urgent for the region.

Research implications. The study allows us to analyze and summarize the features, types and advantages of creating industrial parks as a modern form of production organization, which is especially relevant for the typical industrial region, which includes the Kemerovo region Kuzbass.

Keywords: economy, industrial park, industry, production, region, territory

Введение

Для устойчивого развития экономики существует множество различных направлений, инструментов, механизмов. В современном постиндустриальном обществе с его ориентацией на третичный и четвертичный сектора экономики исследование структурных изменений промышленного производства по-прежнему актуально.

В научной литературе сложилось множество представлений о характере и направлениях структурных сдвигов, происходящих в системе экономических отношений в последние десятилетия. Однако в российском опыте организации хозяйственной деятельности недостаточно примеров эффективных форм интеграции производства, науки и бизнеса. В то же время в условиях постиндустриального общества улучшение общей экономической ситуации в стране и регионах, в т. ч. за счёт создания и развития инновационного потенциала, тесно связано не только с модернизацией и техническим перевооружением промышленных предприятий, но и с развитием образуемых ими интеграционных форм [10].

Тенденции развития промышленности указывают на то, что сложившаяся производственная организация эво-

люционирует в сторону укрупнения имеющихся форм на основе процессов горизонтальной интеграции, диверсификации, экстернализации [8]. Одним из современных трендов экономического развития регионов является создание индустриальных (промышленных) парков, которые признаются наиболее оптимальной формой территориальной организации отраслей промышленности наряду с кластерами, технопарками, промышленными группами и т. п.

Отсутствие научного представления об индустриальных парках как форме территориальной организации производства, его месте и роли в развитии отраслей промышленности выдвигает значительное число проблем их функционирования, которые требуют решения [8].

Проблеме формирования эффективных территориальных структур и изучения форм организации производства посвящено множество научных работ отечественных и зарубежных исследователей. У современных авторов звучат такие понятия, как *кластеризация*, *диверсификация*, *промышленная агломерация, интернационализация, экстернализация* и др. Этими понятиями обозначают различные процессы организации производства, с помощью которых могут создаваться и развиваться индустриальные парки.

Общие вопросы территориальной структуры хозяйства на уровне страны и регионов представлены в работе П. Я. Бакланова [1]. Автор представляет обзор различных подходов к изучению территориальных структур хозяйства.

Сущности, признакам и особенностям индустриальных парков посвящены работы О. Н. Беленова, Т. Ю. Смольяниновой, Ю. В. Шурчковой [2], В. С. Гребенщикова [3], А. С. Рыбкиной [12], Б. П. Хижнякова [15]. Эволюция форм производственной деятельности и история становления индустриальных парков освещаются в работах Д. С. Миронова [8], Л. А. Сахаровой [13]. Факторы и механизмы создания и функционирования индустриальных парков изучают М. С. Гусева и Е. А. Шаркевич [4], С. Н. Кузнецова [5], А. А. Плеслов [10]. Научно-методические основы классификации и классификационные признаки индустриальных парков представлены в работах А. А. Мальцевой [6], А. А. Праченко [11]. Методология оценки эффективности их функционирования предложена Д. С. Мироновым [9]. О видах рисков, влияющих на создание и эксплуатацию индустриальных парков, пишет О. И. Стешина [14]. Проблемы и перспективы развития промышленных парков рассматривают Г. С. Мерзликина, Т. Г. Агиевич [7].

Для России индустриальные парки – это относительно новый формат территориальной организации промышленного производства, однако в зарубежных странах он уже давно и успешно функционирует [13]. Смысл такого формата заключается в том, что на ограниченной территории располагаются различные предприятия, осуществляющие хозяйственную деятельность. Своим резидентам индустриальные парки предлагают ряд преимуществ: комплексные услуги по строительству и обслуживанию производства, экономию времени на запуске проекта, обеспеченность инфраструктурой и инженерными сетями, гарантии юридической чистоты

сделок, административную поддержку, налоговые льготы и др.

Зарубежные авторы, признавая индустриальные парки ключевым ресурсом экономического развития, указывают на их содействие экономическому росту. Их исследования посвящены не просто теоретическим описаниям сущности, признаков, типов, условий существования индустриальных парков. В них всё больше внимания уделяется устойчивому развитию. В связи с этим за рубежом разрабатываются стратегии и проекты по созданию эко-индустриальных парков [17; 18; 21], строительству низкоуглеродных парков [19; 22], парков с замкнутой экономикой [20] и т. п. Индустриальные парки становятся оптимальной платформой для формирования промышленного симбиоза как основы для устойчивого развития регионов. Создаваемые индустриальные парки не только обеспечивают экономический рост и социальное развитие, но и вносят вклад в решение экологических проблем [16].

Сущность и типовые формы индустриального парка

В России нормативное определение понятия «индустриальный парк» закреплено в Национальном стандарте ГОСТ Р 56301-2014[1]. Ассоциация индустриальных парков России (АИП) даёт аналогичное определение и понимает под ним «управляемый единым оператором (специализированной управляющей компанией) комплекс объектов недвижимости, состоящий из земельного участка (участков) с производственными, административными, складскими и иными помещениями и сооружениями, обеспеченный энергоносителями, инженерной и транспортной инфраструктурой и административно-правовыми условиями для размещения производств»[2]. Данная организация также является главным оператором, осуществляющим процедуру сертификации индустриальных парков на соответствие Национальному стандарту [8].

Российская Ассоциация индустриальных парков отмечает следующие признаки индустриальных парков:

1. наличие профессиональной управляющей компании;
2. предоставление коммуникаций всех типов, необходимых для организации производственного процесса;
3. близость основных транспортных коридоров;
4. достаточный объём трудовых ресурсов;
5. нахождение производственных, складских и офисных помещений в границах территории индустриального парка;
6. оптимальная система организации подъездных путей, мест стоянки грузового и легкового автотранспорта, зон погрузки-выгрузки, контрольно-пропускных зон и др.;
7. система организации работы парка, в т. ч. предоставление различных видов услуг компаниям – участникам индустриального парка;

[1] Национальный стандарт Российской Федерации «Индустриальные парки. Требования». ГОСТ Р 56301-2014. Москва: Стандартинформ, 2015. 26 с.

[2] Стандарт индустриального парка – АИП [Электронный ресурс]. URL: https://russiaindustrialpark.ru/sites/default/files/standart_industrialnogo_parka.pdf (дата обращения: 05.11.2022).

8. поддержка развития со стороны государства.

Важной характеристикой и одновременно конкурентным преимуществом индустриального парка, от которого зависит успешность реализации проекта, является обеспечение инфраструктурой всех размещаемых производств.

Существует несколько типов индустриальных парков, организация которых определяется соотношением двух параметров, а именно:

1. видом собственности (государственная или частная);

2. местом размещения (незастроенный земельный участок или промышленная территория) [3].

Индустриальные парки, которые создаются на площадках, ранее не использовавшихся под строительство и, как правило, не обеспеченные производственной инфраструктурой, получили название *greenfield*. Те парки, которые размещаются на реконструируемой территории или в приспосабливаемых помещениях, обеспеченных инженерной и транспортной инфраструктурой, называются *brownfield*. Допустимые сочетания двух параметров образуют 4 основных типа индустриальных парков (рис. 1). Отдельным типом парков является комплексный индустриальный парк, который располагает и землёй для строительства новых объектов, и недвижимостью для продажи и аренды. Выбор способа функционального применения территории и его обоснование непосредственно влияет на устойчивое обеспечение её социально-экономического развития [5].

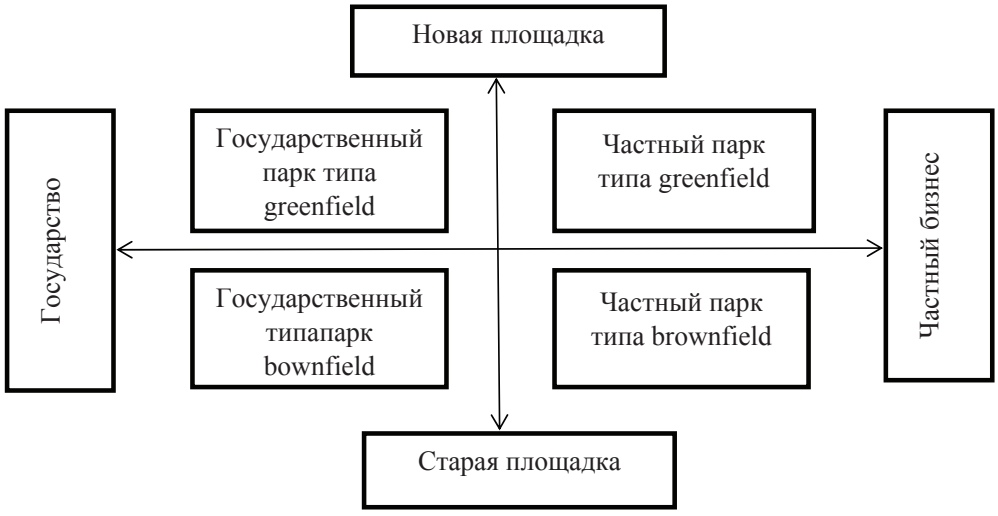


Рис. 1 / Fig. 1. Типы индустриальных парков / The types of industrial parks

Источник: Методические рекомендации по созданию индустриального парка. М., 2014. 58 с.

[1] Итоговый отчёт 2021 [Электронный ресурс]. URL: http:// https://indparks.ru/upload/iblock/58f/summary%20AIP%202021%20web%20s.pdf (дата обращения: 07.11.2022).

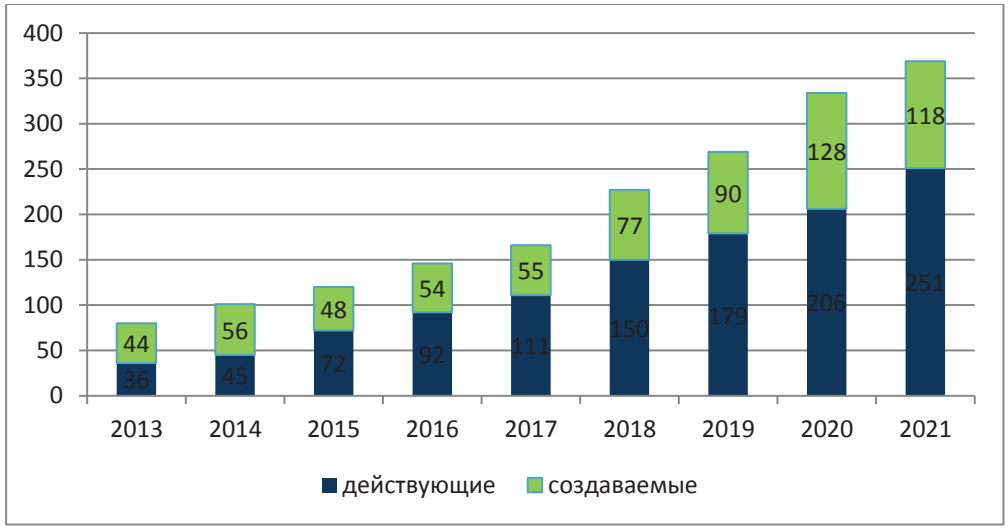


Рис. 2 / Fig. 2. Число действующих и создаваемых индустриальных парков / Number of existing and emerging industrial parks

Источник: Индустриальные парки России – 2022. Вып. 9 [Электронный ресурс]. URL: https://indparks.ru/upload/iblock/3ac/Overview_Industrial_parks_SEZ_Russia_2022_%20AIP.pdf (дата обращения: 07.11.2022)

Согласно итоговому отчёту Ассоциации индустриальных парков за 2021 г.[1], учёт индустриальных парков ведётся с 2013 г. За это время общее число парков в стране увеличилось почти в 5 раз. Часть из них – уже действующие объекты, а другая часть – ещё находится в стадии формирования (рис. 2).

Индустриальные парки есть в 67 субъектах федеральных округов России. Наибольшее число индустриальных парков (148) расположено в ЦФО. Наименьшее (13) – в Дальневосточном[1]. Динамика прироста числа новых площадок сохраняется на уровне 20% в год, что выше, чем в других сегментах коммерческой недвижимости и экономики в целом. Она обеспечивается концентрацией площадок в Центральном и Приволжском федеральных округах, но постепенно региональные диспропорции уменьшаются. Общая территория действующих промышленных парков выросла до 41,6 тыс. га. Анализ типовой структуры индустриальных парков России говорит о преобладании парков типа greenfield (рис. 3).

Парки типа greenfield локализуют на своей территории, как правило, капиталоёмкие проекты в разных отраслях экономики и являются более привлекательными для крупных производственных компаний, испытывающих потребность в земельных участках больших размеров [8]. Кроме того, индустриальные парки этого типа привлекают гораздо больше инвестиций.

[1] Индустриальные парки России – 2022. Вып. 9 [Электронный ресурс]. URL: https://indparks.ru/upload/iblock/3ac/Overview_Industrial_parks_SEZ_Russia_2022_%20AIP.pdf (дата обращения: 28.10.2022).

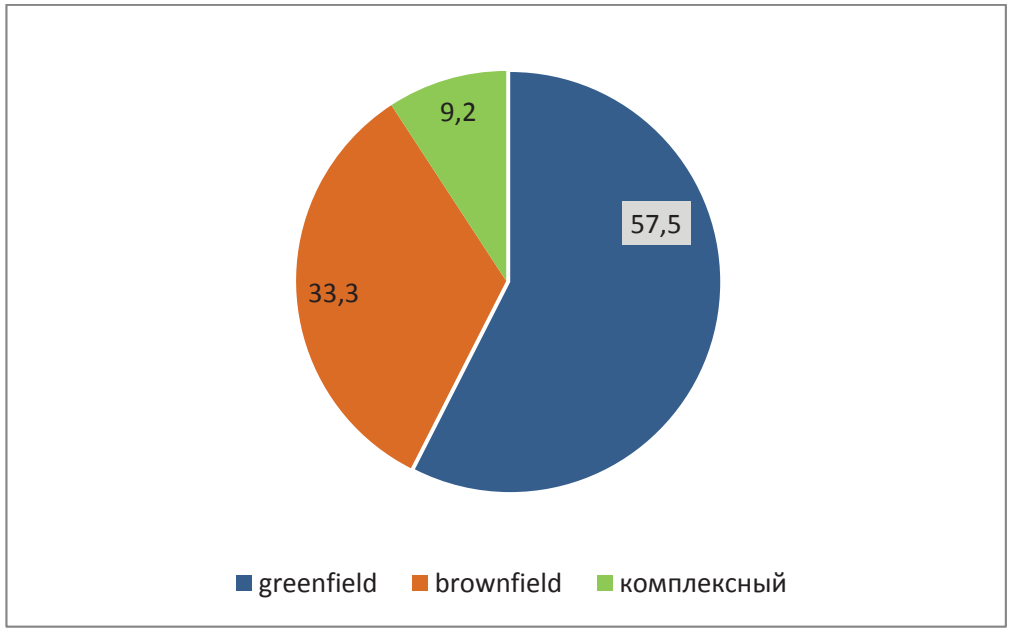


Рис. 3 / Fig. 3. Структура типов индустриальных парков в России, % / Structure of types of industrial parks in Russia, %

Источник: Индустриальные парки России – 2022. Вып. 9 [Электронный ресурс]. URL: https://indparks.ru/upload/iblock/3ac/Overview_Industrial_parks_SEZ_Russia_2022_%20AIP.pdf (дата обращения: 28.10.2022)

Так, в 2021 г. объём инвестиций составил 1371 млрд руб. против 107 млрд руб., которые были вложены в парки второго типа. В комплексные индустриальные парки было инвестировано только 29 млрд руб.

В отраслевой структуре размещаемых на территории индустриальных парков производств преобладают предприятия автомобилестроительной, пищевой, металлургической промышленностей. Именно они привлекают наибольшие объёмы инвестиций в индустриальные парки типа greenfield, в то время как парки типа brownfield больше интересны представителям химической промышленности, энергетического, тяжёлого и точного машиностроения.

Практика создания индустриальных парков в Кемеровской области – Кузбассе

Кемеровская область – Кузбасс относится к числу наиболее развитых регионов Сибири, имеющих ярко выраженную рабочие сырьевую можно специализацию. Отраслевая структура экономики региона представлена в основном отраслями индустрии, сложившимися преимущественно к середине XX в.: угольной и химической промышленностями, чёрной металлургией, электроэнергетикой. В это же время был сформирован промышленный каркас области, и с тех пор он не претерпел коренных изменений с точки зрения территориального рас-

положения основных промышленных центров.

Высокое значение для обеспечения экономической стабильности и социальной устойчивости Кузбасса имеют моногорода. Регион является лидером в РФ по числу монопрофильных муниципальных образований – 18 моногородов Кемеровской области из 321 в России[1]. Учитывая особое положение и уязвимость моногородов, государство предусматривает различные меры поддержки базовых отраслей экономики, включая создание зон экономического благоприятствования (в т. ч. индустриальных парков) и присвоение статуса территорий опережающего социально-экономического развития. Уже 4 моногорода Кемеровской области – Кузбасса (Анжеро-Судженск, Юрга, Новокузнецк, Прокопьевск) получили такой статус.

С целью решения актуальной для региона проблемы диверсификации экономики и ухода от монозависимости в государственной программе Кемеровской области – Кузбасса «Развитие промышленности Кузбасса» на 2019–2025 гг. обозначена задача по созданию, модернизации и реконструкции объектов инфраструктуры индустриальных парков[2].

В Кемеровской области – Кузбассе в настоящее время имеется 2 действующих парка – «Западный» и «Новокузнецкий». Ещё один парк («Кузнецкий») находится на стадии проектирования[3].

Индустриальный парк «Западный» (г. Кемерово) начал свою работу в 2018 г[4] и в настоящее время является развитым промышленным кластером, в основе которого лежит завод по переработке макулатуры. Общая площадь парка составляет 16,6 га, половина которой доступна для размещения резидентов. Парк позиционирует себя как экологический парк, ориентированный на размещение предприятий рециклинга, однако открыт для всех видов производств. Якорным резидентом парка и главным переработчиком макулатуры является компания «Кузбасский СКАРАБЕЙ».

Новокузнецкий индустриальный парк с декабря 2017 г. входит в число действующих членов Ассоциации индустриальных парков и имеет аккредитацию Минпромторга РФ[5]. Это даёт право претендовать на получение государственной субсидии на компенсацию затрат по созданию, обновлению, реконструкции объектов инфраструктуры парка. Индустриальный парк расположен в северо-западной части города и занимает территорию бывшего металлургического завода. Общая площадь земельного участка – 21,1 га.

[1] Департамент инвестиционной политики и развития предпринимательства Кузбасса [сайт]. URL: http://dep.keminvest.ru/menu/deyatelnost/mono_sity.php (дата обращения: 10.11.2022).

[2] Постановление Коллегии Администрации Кемеровской области от 28.09.2018 № 407 «Об утверждении государственной программы Кемеровской области – Кузбасса «Развитие промышленности Кузбасса» на 2019–2025 гг. [Электронный ресурс]. URL: https://docs.cntd.ru/document/550201933 (дата обращения: 05.11.2022).

[3] Индустриальные парки и технопарки России [сайт]. URL: https://russiaindustrialpark.ru (дата обращения: 07.11.2022).

[4] Индустриальный парк Западный [сайт]. URL: http://ecoimpuls.ru/ (дата обращения: 08.11.2022).

[5] Новокузнецкий индустриальный парк [сайт]. URL: https://nip42.ru/ (дата обращения: 08.11.2022).

Основная специализация существующих резидентов парка – машиностроение и производство металлоконструкций.

Оба действующих в регионе индустриальных парка являются частными.

В Новокузнецке на этапе создания находится ещё 1 индустриальный парк «Кузнецкий», который будет специализироваться на производстве горношахтного оборудования. В настоящее время разработан проект концепции развития индустриального парка, создан проект планировки и план обустройства, а также перечень объектов инфраструктуры.

Кроме того, в планах региональных властей обеспечить создание ещё 3 индустриальных парков в городах Юрга, Мариинск и Калтан (рис. 4).

Так, например, в Юрге на площади 10 га планируется создание индустриального парка «Развитие», ориентированного на производство строительных материалов и металлоконструкций. Потребность в парке такого профиля обусловлена активным развитием строительной отрасли,

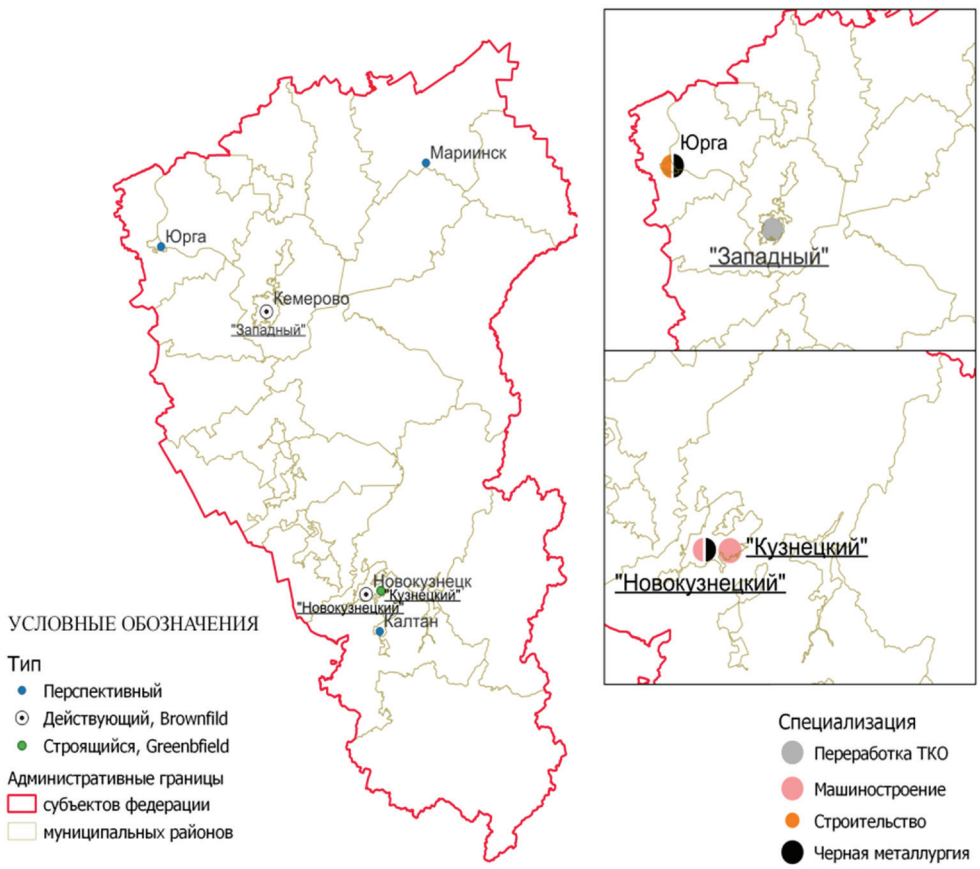


Рис. 4 / Fig. 4. Индустриальные парки Кемеровской области / Industrial parks of Kemerovo region

Источник: составлено автором

которая является одним из драйверов экономики Кузбасса.

Ожидается, что остальные индустриальные парки будут основаны на государственной форме собственности.

Преимуществами действующих и создаваемых в регионе индустриальных парков являются местоположение и близость к потребителям (угольным предприятиям и промышленным компаниям), инфраструктурная обеспеченность, в т. ч. социальная, освобождение от налога на имущество, льготы по налогу на прибыль и др.

В основе процесса создания индустриальных парков в Кемеровской области – Кузбассе, с одной стороны, должна лежать имеющаяся региональная инвестиционная инфраструктура, с другой стороны, проектирование новых индустриальных парков предполагает учёт научно-обоснованных принципов и единой методологии.

Региональная инвестиционная инфраструктура представлена наличием преференциальных режимов осуществления экономической деятельности, а именно территорий опережающего социально-экономического развития и особых экономических зон, обеспечивающих инвесторов региональными льготами и налоговыми вычетами. В 2021 г. Кузбасс занял 12 место среди субъектов РФ в национальном рейтинге состояния инвестиционного климата[1].

Методические рекомендации по созданию индустриальных парков разработаны АИП в 2014 г. и нацелены на содействие органам государственной власти субъектов РФ, органам местного самоуправления, юридическим и физическим лицам в создании индустриальных парков, в управлении ими и в их функционировании.

Таким образом, в регионе созданы условия, необходимые для создания сети индустриальных парков. Однако площадь действующих, создаваемых и планируемых в регионе парков составляет менее 1% от площади, занимаемой всеми промышленными парками страны, что, на наш взгляд, недостаточно для региона, который стремится диверсифицировать экономику и обеспечить заполняемость пустующих промышленных площадок новыми видами производств.

Государственная собственность на землю предполагает затраты государственных ресурсов на строительство необходимой инфраструктуры, которые не всегда заложены в бюджет. В тех парках, где работы уже завершены, не все инфраструктурные объекты введены в эксплуатацию, и возникают сложности с привлечением резидентов. В качестве ещё одной проблемы можно отметить несформированность профессиональной управленческой команды, возможно, централизованной, способной эффективно управлять коммерческой недвижимостью.

Заключение

Для России идея создания индустриальных парков не является уникальной. Однако пока уровень их развития нельзя охарактеризовать как высокий. В настоящее время накопленный в промышленно развитых странах положительный опыт создания индустриальных парков даёт возможность го-

[1] Департамент инвестиционной политики и развития предпринимательства Кузбасса [сайт]. URL: http://dep.keminvest.ru/menu/deyatelnost/mono_sity.php (дата обращения: 10.11.2022).

ворить о необходимости активизации аналогичных инициатив в России и, в частности, в Кемеровской области – Кузбассе. Этот процесс позволит диверсифицировать экономику региона, стимулировать промышленное производство, привлечь прямые инвестиции, обеспечить сбалансированное, пропорциональное и комплексное социально-экономическое развитие территорий, создать дополнительные рабочие места, решить проблему вывода промышленных предприятий из центра города [2].

При оценке эффективности развития индустриальных парков следует учитывать, что их преимущества перед традиционными формами территориальной организации отраслей хозяйства проявляются в получении синергетического эффекта за счёт чёткого механизма взаимодействия резидентов, являющихся звеньями единой производственной сети [8].

Индустриальные парки, создаваемые в промышленном регионе, в дальнейшем могут стать интеграторами и катализаторами формирования инновационной инфраструктуры путём передачи накопленного опыта и использования в работе единых методологических подходов [6]. Для результативной деятельности индустриальных парков следует продолжать работу по созданию и развитию производственной, коммерческой, транспортной, финансовой и других видов инфраструктур. Кроме того, необходимо помнить о возможных рисках, с которыми можно столкнуться в процессе создания и функционирования индустриальных парков. Самым большим среди них является риск отсутствия резидентов. Также риском будет ориентация только на крупные компании, выбор неудачного местоположения парка, конкуренция между парками одинаковой или близкой специализации.

В дальнейшем индустриальные парки можно рассматривать как инструменты стимулирования структурных сдвигов в экономике промышленных регионов, в т. ч. Кемеровской области – Кузбасса. По оценкам экспертов Ассоциации индустриальных парков России, Сибирь и Урал в перспективе могут стать лидерами роста числа индустриальных парков, но на ближайшие годы первенство пока сохранится за центральными регионами страны.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бакланов П. Я. Территориальные структуры хозяйства в региональном управлении. М.: Наука, 2007. 240 с.
2. Беленов О. Н., Смольянинова Т. Ю., Шурчкова Ю. В. Индустриальные парки: сущность и основные характеристики // Региональная экономика и управление: электронный научный журнал. [Электронный ресурс]. URL: https://eee-region.ru/article/3306/ (дата обращения: 22.10.2022).
3. Гребенщиков В. С. Классификационный анализ промышленной недвижимости и особенности современных форм воспроизводства индустриальных парков России // Наука и мир. 2017. № 8. С. 61–65.
4. Гусева М. С., Шаркевич Е. А. Развитие механизма создания индустриального парка на основе государственно-частного партнерства // ARS ADMINISTRANDI (Искусство управления). 2016. № 4. С. 45–61.

5. Кузнецова С. Н. Анализ факторов создания и функционирования промышленных парков // Многоуровневое общественное воспроизводство: вопросы теории и практики: сборник научных трудов. 2012. Вып. 3. С. 232–242.
6. Мальцева А. А. Научно-методические основы классификации индустриальных парков // Этап: экономическая теория, анализ, практика. 2014. № 5. С. 95–110.
7. Мерзликина Г. С., Агиевич Т. Г. Промышленные парки как «точки роста» новой индустриализации // Известия Волгоградского государственного технического университета. 2015. № 15. С. 84–91.
8. Миронов Д. С. Индустриальные парки как результат эволюции форм производственной организации // Теоретическая и прикладная экономика. 2020. № 2. С. 9–27.
9. Миронов Д. С. Методология оценки эффективности функционирования промышленного парка // Вестник Нижегородского государственного инженерно-экономического института. 2016. № 9. С. 90–97.
10. Плеслов А. А. Организационно-экономические факторы создания и развития индустриальных парков // Российское предпринимательство. 2017. Т. 18. № 5. С. 749–759.
11. Праченко А. А. О подходах к классификации индустриальных парков // Вестник Воронежского государственного университета. Серия: Экономика и управление. 2019. № 4. С. 50–55.
12. Рыбкина А. С., Джуха В. М. Индустриальные парки как инструмент формирования качественной институциональной среды регионов // Управление экономическими системами: электронный научный журнал. 2014. № 4. С. 46.
13. Сахарова Л. А. Становление индустриальных парков в российской экономике // Национальные интересы: приоритеты и безопасность. 2015. № 39. С. 17–26.
14. Стешина О. И. Виды рисков, влияющих на создание и эксплуатацию индустриальных парков // Студенческий вестник. 2020. № 42-5.С. 55–56.
15. Хижняков Б. П. Индустриальный парк: понятие, история, законодательные аспекты // Социально-экономические явления и процессы. 2015. Т. 10. № 8. С. 139–143.
16. Borodavkina N., Mukovnina E. The role of industrial parks in ensuring sustainable development of the region // E3S Web of Conferences. 2021. Vol. 291. DOI:10.1051/e3sconf/202129101004
17. Doyle B., Martin S., Weitz K., et. al. Eco-industrial parks: A case study and analysis of economic, environmental, technical, and regulatory Issues [Электронный ресурс]. URL: https://pdxscholar.library.pdx.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1108&context=metropolitianstudies (дата обращения: 22.10.2022).
18. Lambert A., Boons F. Eco-industrial parks: stimulating sustainable development in mixed industrial parks // Technovation. 2002. Vol. 22. Iss. 8. P. 471–484.
19. Liang C. Exploring the "Green" Transformation Planning of Industrial Parks in the Era of Low Carbon Economy // World Journal of Engineering and Technology. 2021. Vol. 9. P. 747–754.
20. Lui Z., Adams M., Cote R.-P., et al. Comparative study on the pathways of industrial parks towards sustainable development between China and Canada // Resources, conservation and recycling. 2018. Vol. 128. P. 417–425.
21. Nemarumane T., Pretorius J.-H., Vermeulen A. Critical Analysis of Developing an Eco-Industrial Park // *Portland International Conference on Management of Engineering and Technology (PICMET)*. 2022. P. 1–12. DOI: 10.23919/PICMET53225.2022.9882867.
22. Xin L., Zhehua Du. Research on Low-Carbon Development Pathways of China's Industrial Parks Under the Guidance of Big Data // E3S Web *Conference*. 2021. Vol. 251. P. 0105.

REFERENCES

1. Baklanov P. Ya. *Territorialnyye struktury khozyaystva v usloviyakh vneshnego upravleniya* [Territorial structures of the economy in regional management]. Moscow, Nauka Publ., 2007. 240 p.
2. Belenov O. N., Smolyaninova T. Yu., Shurchkova Yu. V. [Industrial parks: essence and main characteristics]. In: *Regionalnaya ekonomika i upravleniye: elektronnyy nauchnyy zhurnal* [Regional economics and management: electronic scientific journal. Available at: https://eee-region.ru/article/3306/ (accessed: 10/22/2022).
3. Grebenshchikov V. S. [Classification analysis of industrial real estate and features of modern forms of reproduction of industrial parks in Russia]. In: *Nauka i mir* [Science and World], 2017, no. 8, pp. 61–65.
4. Guseva M. S., Sharkevich E. A. [Development of the mechanism for creating an industrial park based on public-private partnership]. In: *ARS ADMINISTRANDI*, 2016, no. 4, pp. 45–61.
5. Kuznetsova S. N. [Analysis of factors in the creation and functioning of industrial parks]. In: *Mnogourovnevoye obshchestvennoye vosproizvodstvo: voprosy teorii i praktiki: sbornik nauchnykh trudov* [Multilevel public reproduction: questions of theory and practice: collection of scientific papers], 2012, iss. 3, pp. 232–242.
6. Maltseva A. A. [Scientific and methodological basis for the classification of industrial parks]. In: *Etap: ekonomicheskaya teoriya, analiz, praktika* [Stage: economic theory, analysis, practice], 2014, no. 5, pp. 95–110.
7. Merzlikina G. S., Agievich T. G. [Industrial parks as "growth points" of new industrialization]. In: *Izvestiya Volgogradskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta* [News of the Volgograd State Technical University], 2015, no. 15, pp. 84–91.
8. Mironov D. S. [Industrial parks as a result of the evolution of forms of industrial organization]. In: *Teoreticheskaya i prikladnaya ekonomika* [Theoretical and Applied Economics], 2020, no. 2, pp. 9–27.
9. Mironov D. S. [Methodology for assessing the efficiency of functioning of an industrial park]. In: *Vestnik Nizhegorodskogo gosudarstvennogo inzhenerno-ekonomicheskogo instituta* [Bulletin of the Nizhny Novgorod State Engineering and Economic Institute], 2016, no. 9, pp. 90–97.
10. Pleslov A. A. [Organizational and economic factors in the creation and development of industrial parks]. In: *Rossiyskoye predprinimatelstvo* [Russian Entrepreneurship], 2017, vol. 18, no. 5, pp. 749–759.
11. Prachenko A. A. [On approaches to the classification of industrial parks]. In: *Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: Ekonomika i upravleniye* [Bulletin of Voronezh State University. Series: Economics and management], 2019, no. 4, pp. 50–55.
12. Rybkina A. S., Dzhukha V. M. [Industrial parks as a tool for forming a high-quality institutional environment in the regions]. In: *Upravleniye ekonomikoy zhizni: elektronnyy nauchnyy zhurnal* [Management of economic systems: electronic scientific journal], 2014, no. 4, pp. 46.
13. Sakharova L. A. [Formation of industrial parks in the Russian economy]. In: *Natsionalnyye interesy: prioritety i bezopasnost* [National interests: priorities and security], 2015, no. 39, pp. 17–26.
14. Steshina O. I. [Types of risks affecting the creation and operation of industrial parks]. In*: Studencheskiy vestnik* [Student Bulletin], 2020, no. 42-5, pp. 55–56.
15. Khizhnyakov B. P. [Industrial park: concept, history, legislative aspects]. In: *Sotsialno-ekonomicheskiye yavleniya i protsessy* [Socio-economic phenomena and processes], 2015, vol. 10, no. 8. pp. 139–143.

16. Borodavkina N., Mukovnina E. The role of industrial parks in ensuring sustainable development of the region. In: *E3S Web of Conferences,* 2021, vol. 291. DOI:10.1051/e3sconf/202129101004
17. Doyle B., Martin S., Weitz K., et. al. *Eco-industrial parks: A case study and analysis of economic, environmental, technical, and regulatory Issues*. Available at: URL: https://pdxscholar.library.pdx.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1108&context=metropolitianstudies (accessed: 22.10.2022).
18. Lambert A., Boons F. Eco-industrial parks: stimulating sustainable development in mixed industrial parks. In: *Technovation*, 2002, vol. 22, iss. 8, pp. 471–484.
19. Liang C. Exploring the "Green" Transformation Planning of Industrial Parks in the Era of Low Carbon Economy. In: *World Journal of Engineering and Technology*, 2021, vol. 9, pp. 747–754.
20. Lui Z., Adams M., Cote R.-P., et al. Comparative study on the pathways of industrial parks towards sustainable development between China and Canada. In: *Resources, conservation and recycling,* 2018, vol. 128, pp. 417–425.
21. Nemarumane T., Pretorius J.-H., Vermeulen A. Critical Analysis of Developing an Eco-Industrial Park. In: *Portland International Conference on Management of Engineering and Technology (PICMET),* 2022, pp. 1–12. DOI: 10.23919/PICMET53225.2022.9882867.
22. Xin L., Zhehua Du. Research on Low-Carbon Development Pathways of China's Industrial Parks Under the Guidance of Big Data. In: *E3S Web Conference,* 2021, vol. 251, pp. 0105.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРЕ

Зайцева Анна Игоревна – кандидат экономических наук, доцент, доцент кафедры геологии и географии Института биологии, экологии и природных ресурсов, Кемеровский государственный университет;
e-mail: lit-ani@mail.ru

INFORMATION ABOUT THE AUTHOR

Anna I. Zaytseva – PhD (Economy), Assos. Prof., Department of Geology and Geography, Institute of Biology, Ecology and Natural recourses, Kemerovo State University;
e-mail: lit-ani@mail.ru

ПРАВИЛЬНАЯ ССЫЛКА НА СТАТЬЮ

Зайцева А. И. Индустриальный парк как современная форма организации производства // Географическая среда и живые системы. 2023. № 3. С. 130–143.
DOI: 10.18384/2712-7621-2023-3-130-143

FOR CITATION

Zaytseva A. I. Industrial park as a modern form of production organization. In: *Geographical Environment and Living Systems*, 2023, no. 3, pp. 130–143.
DOI: 10.18384/2712-7621-2023-3-130-143

УДК 914/919
DOI: 10.18384/2712-7621-2023-3-144-162

РЕГИОНАЛЬНАЯ ПОЛИТИКА ЕВРОПЕЙСКОГО СОЮЗА ПО РАЗВИТИЮ СЕЛЬСКИХ ТЕРРИТОРИЙ В НАЧАЛЕ 20-Х ГГ.XXI В.

Тихий В. И.*, Щербатов И. Д.

*Орловский государственный университет имени И. С. Тургенева, 302026, г. Орёл, ул. Комсомольская, д. 95, Российская Федерация; e-mail: tikhiivi@yandex.ru**

Поступила в редакцию 14.08.2023
После доработки 21.08.2023
Принята к публикации 05.09.2023

Аннотация

Цель. Сформировать целостную картину региональной политики Европейского союза по развитию сельских территорий, её актуальности и эффективности.

Процедура и методы. Проанализирован пласт источников на тему развития сельских территорий в ЕС. Проведён анализ взглядов европейских исследователей по проблемам развития сельских территорий. Основное содержание исследования составляет анализ способов, концепций, программ развития сельских территорий Европейского союза.

Результаты. По итогам исследования сделан вывод о том, что успех европейского развития сельских территорий зависит от целого ряда факторов: учёт региональных особенностей той или иной местности, того или иного отдельно взятого сельского хозяйства; большой опыт развития в условиях капитализма и здоровой конкуренции; эндогенно-территориальный подход. Обобщён ранее малоизученный материал по исследуемой теме.

Теоретическая и/или практическая значимость. Европейский опыт региональной политики может быть заимствован для развития сельских территорий Российской Федерации, которые страдают от ряда проблем: низкой платёжеспособности населения, непрямых поставок через перекупщиков, высокой стоимости энергоресурсов, нехватки квалифицированных кадров, и, конечно же, несовершенства получения господдержки. Решение проблемы устойчивого развития сельских территорий должно осуществляться комплексно, с учётом национальных особенностей, а также с использованием европейского опыта. Особенно это актуально в контексте того, что, по мнению аналитиков, Россия должна придерживаться своей собственной стратегии развития, но с заимствованием европейских методик «зелёной экономики».

Ключевые слова: ЕС, региональная политика, развитие сельских территорий

EUROPEAN UNION REGIONAL POLICY FOR RURAL AREAS DEVELOPMENT IN THE EARLY 1920S

V. Tikhii, I. Shcherbatov

Oryol State University named after I. S. Turgenev, ul. Komsomolskaya 95, Oryol 302026, Russian Federation; e-mail: tikhiivi@yandex.ru

© CC BY Тихий В. И., Щербатов И. Д., 2023.

Received 14.08.2023
Revised 21.08.2023
Accepted 05.09.2023

Abstract
Aim. To form a holistic picture of the European Union's regional policy on rural development, its relevance and effectiveness, for, potentially, the further use of the European experience.
Methodology. The reservoir of sources on the development of rural areas in the EU was analyzed. An analysis of the views of European researchers on the problems of rural development was carried out. The main content of the study is an analysis of the methods, concepts, programs for the development of rural areas of the European Union.
Results. The study concluded that the success of European rural development depends on a number of factors: taking into account the regional characteristics of a particular area, one or another individual agriculture; extensive experience of development in the conditions of capitalism and healthy competition; endogenous-territorial approach. Previously poorly studied material on the topic under study is summarized.

Keywords: EU, regional policy, rural areas development

Введение

Развитие сельских районов является важнейшей частью региональной политики Европейского союза (ЕС), поскольку сельское хозяйство – основной источник продуктов питания для населения. К тому же сельские районы покрывают 91% территории ЕС, и там проживают более половины жителей. Сохранение потенциала производства на всей территории ЕС гарантирует долгосрочную продовольственную безопасность для европейских граждан и способствует росту мирового спроса. Любые изменения в ущерб сельским районам и сельскому хозяйству приведут к падению ВВП, увеличению уровня безработицы, ухудшению общего уровня качества жизни и к потере той самой продовольственной безопасности.

Значение сельских территорий для социально-экономического состояния государства сложно переоценить[1]. В современных условиях сельскохозяйственная деятельность обеспечивает получение таких специфических общественных благ, как социальный контроль над сельскими территориями, развитие сельской культуры, сохранение традиций и сельского образа жизни, воспроизводство природного потенциала, формирование условий для удовлетворения социально-духовных и рекреационных потребностей общества и т. д. [10; 11; 12].

Стоит отметить, что сельские районы в ЕС страдают от ряда характерных проблем, прежде всего, от слабой связи с городскими районами, неразвитости сферы услуг и низкого уровня занятости населения. Во многом это связано со слабым развитием инфраструктуры. Повышение её качества, особенно с точки зрения прогресса общественного транспорта, является одной из насущных потребностей сельских районов. Кроме того, в данном контексте

[1] Указ Президента России от 07.05.2018 № 204 «О национальных целях и стратегических задачах развития Российской Федерации на период до 2024 года» [Электронный ресурс]. URL: http://www.kremlin.ru/acts/bank/43027 (дата обращения: 30.06.2023).

сельское хозяйство является сектором, вносящим наибольший вклад в развитие сельских районов, поскольку оно предоставляет рабочие места, привлекает капитал, мотивирует к развитию инфраструктуры.

Не лишним будет сказать, что такой фактор производства, как земля или природные ресурсы – это природный дар, используемый в процессе производства. Земля всегда рассматривается как естественный фактор, который не является результатом человеческой деятельности и используется, как правило, в сельскохозяйственном производстве. Природные ресурсы включают в себя полезные ископаемые, водные и лесные ресурсы и могут использоваться во многих отраслях народного хозяйства [8]. Их рациональное использование крайне положительно сказывается на общем развитие сельских территорий и экономики страны в целом.

Согласно опросу, проведённому в странах ЕС касательно долгосрочного видения развития сельских районов, более 50% респондентов заявили, что инфраструктура является наиболее насущной потребностью сельских районов. Доступ к основным услугам и удобствам (вода и электричество, а также банки и почтовые отделения) был назван неотложной потребностью для 43% респондентов. А сама привлекательность сельских районов будет зависеть от наличия цифровой связи, базовых услуг и от хороших климатических и экологических показателей, считают более 92% опрошенных[1].

В странах Европейского союза развитие сельских территорий осуществляется на наднациональном уровне в рамках Единой аграрной политики ЕС (Common Agricultural Policy – CAP) [1].

Европейский союз определяет для себя развитие сельских районов «вторым столпом» общей сельскохозяйственной политики – CAP. А «первым столпом» является поддержка доходов и рыночных мер путём укрепления социальной, экологической и экономической устойчивости сельских районов.

Понятие «устойчивое развитие» было сформулировано в июне 1992 г. на Конференции ООН по окружающей среде и развитию. Устойчивое развитие рассматривается как развитие, которое порождает экономический рост, но справедливо распределяет его результаты, восстанавливает окружающую среду в большей мере, чем разрушает её, увеличивает возможности людей, а не обедняет их [6].

Более того, экономическая составляющая концепции устойчивости развития состоит в прекращении экспоненциального экономического роста, связанного с ростом загрязнения и деградации среды, исчерпанием природных ресурсов, нарушением баланса биосферы, изменением климата и превращения его в качественный рост, учитывающий параметры «глобального динамического равновесия» [9].

CAP способствует устойчивому развитию сельских районов с помощью 3 долгосрочных целей: повышение конкурентоспособности сельского и лесного хозяйств, обеспечение устойчивого управления природными ресурсами и климатические меры,

[1] Long-term vision for rural areas: Europeans share their views on rural areas // European Commission [сайт]. URL: https://ec.europa.eu/info/news/long-term-vision-rural-areas-europeans-share-their-views-rural-areas-2021-mar-12_en (дата обращения: 30.06.2023).

достижение сбалансированного территориального развития сельских экономик и общин, включая создание и поддержание рабочих мест. Для достижения этих целей был поставлен ряд конкретных задач (рис. 1).

1 июня 2018 г. Европейская комиссия представила законодательные предложения по общей сельскохозяйственной политике на период с 2021 по 2027 гг. Из-за продолжающихся переговоров между Европейским парламентом и Советом ЕС, осложнённых ситуацией с COVID-19, предварительная дата начала предлагаемой реформы CAP была перенесена на 1 января 2023 г. Предлагается сократить бюджет финансирования на 5% из-за уменьшения количества членов ЕС. Во многом делается акцент на сохранение и улучшение природных и климатических условий путём соблюдения правил Европейского зелёного соглашения и стратегии сохранения биоразнообразия.

Основное внимание уделяется 3 задачам: обеспечению стабильного экономического будущего для фермеров; постановке новых целей в области охраны окружающей среды и климата; сохранению положения сельского хозяйства в центре европейского общества.

К настоящему времени было решено, что для реализации целей и задач ЕС по развитию сельских территорий и улучшению климатических условий каждая страна ЕС разработает свой собственный стратегический план

Рис. 1 / Fig. 1. Девять основных задач CAP / Nine main tasks of CAP

Источник: Key policy objectives of the new CAP. European Commission // European Comission: [сайт]. URL: https://agriculture.ec.europa.eu/common-agricultural-policy/cap-overview/new-cap-2023-27/key-policy-objectives-new-cap_en (дата обращения: 30.06.2023)

CAP, определив, как страны-члены будут направлять финансирование на конкретные цели и как эти цели будут способствовать достижению общих целей ЕС. При составлении своих планов каждая страна будет поддерживать связь с комиссией, консультироваться с экспертами и заинтересованными сторонами и проводить обширный SWOT-анализ (сильные и слабые стороны, возможности и угрозы) своих конкретных потребностей.

В ЕС считают, что такой подход является наиболее эффективным, поскольку он сочетает в себе детальное планирование и чёткие цели с выполнимыми мерами и всеобъемлющим мониторингом для обеспечения достижения результатов для каждой страны-участницы программы. К тому же страны будут иметь большую свободу в разработке своих проектов. Важно отметить, что предоставить нужно всего 1 план, что позволит облегчить административное бремя как для отдельно взятой страны, так и для ЕС в целом[1].

Вклад CAP в достижение целей ЕС в области развития сельских районов поддерживается 2 фондами: Европейским сельскохозяйственным Гарантийным фондом (EAGF) и Европейским сельскохозяйственным фондом развития сельских районов (EAFRD)[2].

EAGF в первую очередь финансирует поддержку доходов фермеров и рыночные меры. Гарантийный фонд ведёт поддержку фермеров при помощи различных платёжных схем, включая базовую платёжную схему, платёж за устойчивые методы ведения сельского хозяйства и платёж для молодых фермеров. Все платежи подлежат соблюдению правил ЕС по безопасности пищевых продуктов, охране окружающей среды и благополучию животных.

По программе на период 2021–2027 гг. EAGF планирует выделить 291,1 млрд евро. До 270 млрд евро будет выделено на программы поддержки доходов, а остальная часть будет направлена на поддержку сельскохозяйственных рынков[3].

Основными целями данного фонда являются: увеличение прибыльности сельскохозяйственной деятельности; обеспечение ранее упомянутой продовольственной безопасности; стимулирование производства высококачественных продуктов питания; поощрение фермеров за успехи.

Создание данного фонда, как и следует из названия, является некой гарантией для европейских фермеров. Действительно сельское хозяйство является рискованным и дорогостоящим бизнесом. Оно в значительно большей степени зависит от погоды и климата, чем другие отрасли. Существует неизбежный временной разрыв между потребительским спросом и возможностью фермеров увеличить предложение, поскольку выращивание большего количества пшеницы или производство большего количества молока требует времени и инвестиций. К тому же растущая мировая торговля создаёт серьёзную конкуренцию для

[1] Common agricultural policy funds // European Commission: [сайт]. URL: https://ec.europa.eu/info/food-farming-fisheries/key-policies/common-agricultural-policy/financing-cap/cap-funds_en#overview (дата обращения: 30.06.2023)

[2] Там же.

[3] Там же.

продукции европейских фермеров, поэтому для их поддержки в столь непростых условиях и был создан EAGF[1].

Следует отметить, что в странах ЕС существует государственный контроль над сельскохозяйственным производством. Продукты покупаются и хранятся правительствами стран до их дальнейшей реализации на рынке. Такой вид поддержки направлен на предотвращение серьёзного падения цен. С 2018 г. существует ряд продуктовых сегментов, в которые возможно государственное вмешательство: производство пшеницы, ячменя, кукурузы, риса, говядины, сливочного масла и сухого молока. Данные действия происходят в рамках борьбы с нестабильностью и понижением цен на вышеупомянутую продукцию. Государственное вмешательство может осуществляться через механизм фиксированных цен или через тендеры[2].

Европейский сельскохозяйственный фонд развития сельских районов (EAFRD) является инструментом финансирования второго столпа Общей сельскохозяйственной политики ЕС (CAP) и одним из пяти европейских структурных и инвестиционных фондов (ESIF). EAFRD нацелен на укрепление сельского хозяйства, агропродовольственного и лесного секторов ЕС, а также сельских районов в целом.

Основами целями являются: повышение конкурентоспособности сельских хозяйств; поощрение эффективного управления природными ресурсами; достижение сбалансированного территориального развития сельских районов[3].

Бюджет EAFRD на 2021–2027 гг. составляет 95,5 млрд евро и включает в себя вливание 8,1 млрд евро, чтобы помочь решить проблемы, связанные с пандемией COVID-19. Около 30% средств на восстановление стали доступны в 2021 г., а остальные 70% – использованы в 2022 г. (рис. 2).

Правила расходов на развитие сельских районов в течение 2021–2022 гг. изложены в положении CAP, принятом 23 декабря 2020 г. Особое положение уделяется экологической и климатической составляющей. Страны ЕС должны, как минимум, поддерживать нынешний уровень экологических и климатических норм в своих существующих программах развития сельских районов и обеспечивать ту же долю ресурсов для мер, нацеленных на улучшение окружающей среды и климата в рамках так называемого принципа недопустимости регрессии. В целом, по крайней мере, 37% ресурсов должны быть направлены на меры, которые приносят пользу окружающей среде и климату, а также на благополучие животных. Не менее 55% ресурсов должны быть направлены на меры,

[1] Income support explained // European Commission: [сайт]. URL: https://ec.europa.eu/info/food-farming-fisheries/key-policies/common-agricultural-policy/income-support/income-support-explained_en (дата обращения: 30.06.2023).

[2] Market measures explained // European Commission: [сайт]. URL: https://ec.europa.eu/info/food-farming-fisheries/key-policies/common-agricultural-policy/market-measures/market-measures-explained_en#relatedlinks (дата обращения: 30.06.2023).

[3] Common agricultural policy funds // European Commission: [сайт]. URL: https://ec.europa.eu/info/food-farming-fisheries/key-policies/common-agricultural-policy/financing-cap/cap-funds_en#overview (дата обращения: 30.06.2023).

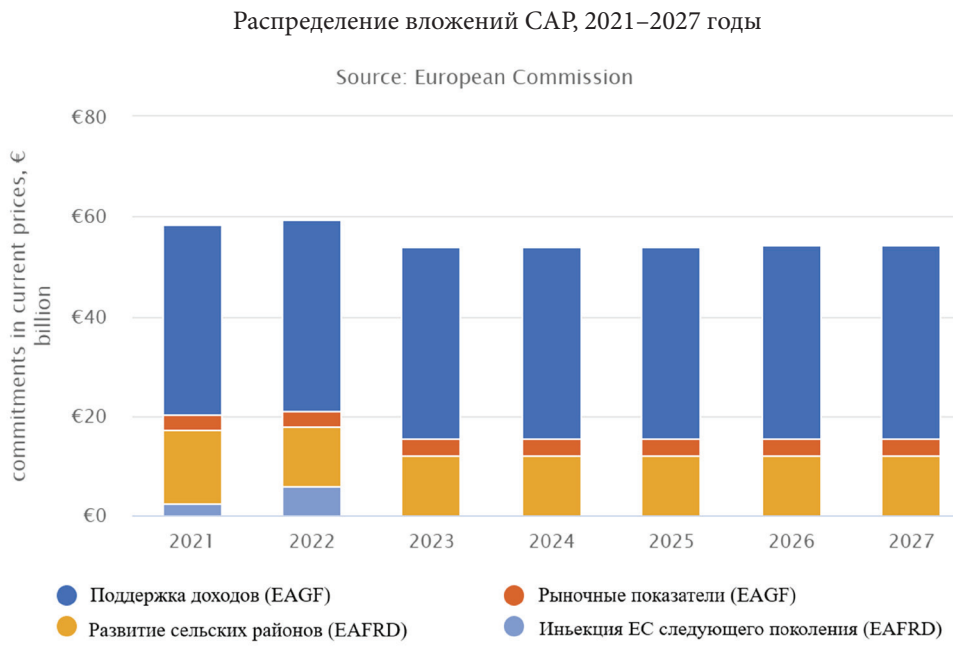


Рис. 2 / Fig. 2. Распределение вложений CAP, 2021–2027 гг. / Distribution of CAP investments, 2021–2027

Источник: Common agricultural policy funds. European Commission // European Comission [сайт]. URL: https://agriculture.ec.europa.eu/common-agricultural-policy/financing-cap/cap-funds_en (дата обращения: 30.06.2023)

способствующие экономическому и социальному развитию сельских районов: на инвестиции в физические активы, развитие фермерских хозяйств и бизнеса, поддержку основных услуг, обновление деревень в сельских районах и сотрудничество. При этом для того, чтобы страны ЕС могли применять финансирование там, где это наиболее необходимо, переходные правила допускают некоторую гибкость между соблюдением принципа недопустимости регрессии[1].

В рамках деятельности EAFRD существуют 2 инструмента поддержки: «LEADER» – «Лидер» и Европейское инновационное партнёрство «Сельскохозяйственная продуктивность и устойчивость» (EIP-Agri).

«LEADER» – программа, которая используется уже более 30 лет для вовлечения сельских жителей в разработку стратегий по улучшению условий в сельских районах. Данная система «снизу-вверх» является основной особенностью данной идеи [14]. Представители различных заинтересованных кругов на местах объединяются в «локальную инициативную группу» (LAG) для разработки региональной программы развития. Данный

[1] CAPtransitionalregulation: 2021-22 // European Commission: [сайт]. URL: https://ec.europa.eu/info/food-farming-fisheries/key-policies/common-agricultural-policy/transitional-regulation_en (дата обращения: 30.06.2023).

подход даёт возможность скооперировать усилия инициативных групп для более эффективного решения региональных проблем. На начало 2019 г. насчитывалось около 2 800 локальных инициативных групп, которые охватывают 61% всего населения ЕС[1].

Пандемия COVID-19 вызвала серьёзные финансовые потери в бюджете ЕС, и это обстоятельство повлияло на ограничение количества программ: в рамках переходного периода время принятия заявок на создание программ было ограничено до 2021 г., к тому же был несколько урезан и их бюджет[2].

Инструмент EIP-Agri при реализации мероприятий поддержки в рамках фонда EAFRD обеспечивает новые возможности для сотрудничества между практическими работниками сельского и лесного хозяйств, учёными, консультантами и представителями агробизнеса с целью реализации инновационных проектов в аграрном секторе (рис. 3). Как и в случае с

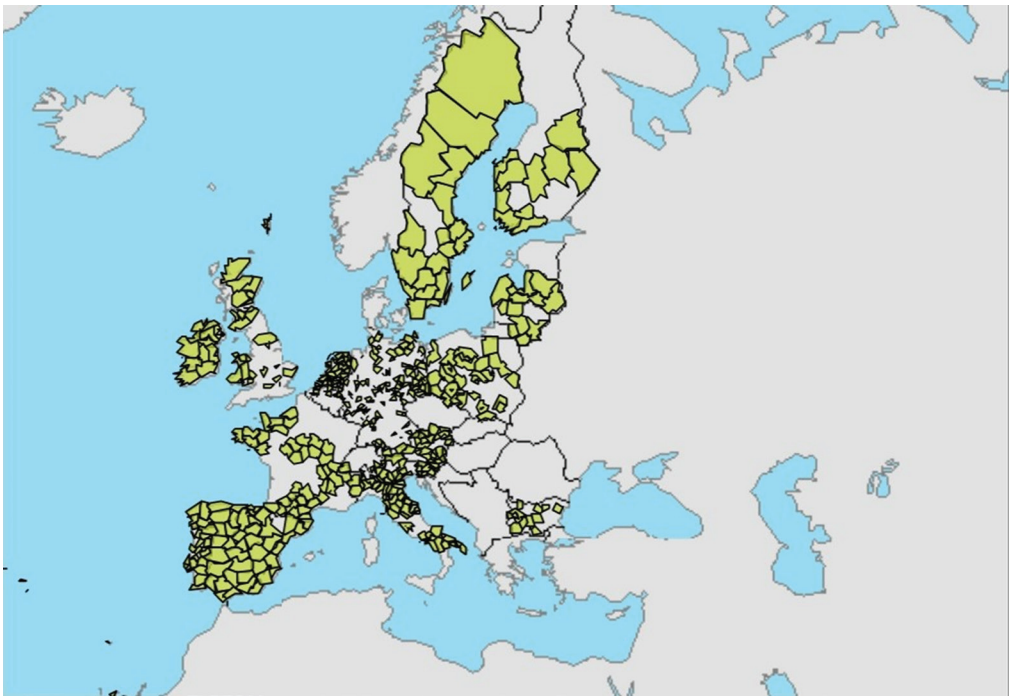


Рис. 3 / Fig. 3. География проектов EIP-Agri / GeographyofEIP-Agriprojects

Источник: EIP-Agri. EuropeanCommission: [сайт]. URL: https://ec.europa.eu/eip/agriculture/en/eip-agri-projects (дата обращения: 30.06.2023).

[1] LEADER/CLLD // European Network for Rural Development: [сайт]. URL: https://enrd.ec.europa.eu/leader-clld_en (дата обращения: 30.06.2023).

[2] Grober LEADER-Arbeitskreis // European Union: [сайт]. URL: http://docreader.readspeaker.com/docreader/?jsmode=1&cid=bwnyc&lang=de_de&url=https%3A%2F%2Fleader.sachsen-anhalt.de%2Ffileadmin%2FBibliothek%2FPolitik_und_Verwaltung%2FMF%2FLeadernetzwerk%2FBilder%2FVeranstaltungen%2F2020-11-17_LEADER-Arbeitskreis%2FAnlage_3_-_2020-11-17_Praesi_GLAK_17112020.pdf&v=Google%20Inc (дата обращения: 30.06.2023).

«Лидером», из-за пандемии принят двухлетний переходный период.

Общим для обеих программ является то, что они базируются на концепции «связующего звена». Заинтересованные партнёры осуществляют разработку проектов, учитывая местные условия. Такой подход значительно повышает шансы на практическую реализацию проектов. Инициатива исходит не от государственных ведомств, а от заинтересованных в проекте сельских жителей или фермеров. Конкурентно-ориентированный процесс участия в отборе является гарантом качества и эффективности претендующих на поддержку проектов.

Страны ЕС в рамках программ развития сельских районов на 2021–2027 гг. осуществляют финансирование EAFRD через программы развития сельских районов (RDPs), которые, в свою очередь, софинансируются из национальных бюджетов и могут быть подготовлены как на национальной, так и на региональной основах. Европейская комиссия утверждает и контролирует RDPs.Эти программы должны работать по 6 основным приоритетам EAFRD, которые включают в себя:

1. содействие передаче знаний и инноваций в сельском хозяйстве, лесном хозяйстве и сельских районах;

2. повышение жизнеспособности и конкурентоспособности всех видов сельского хозяйства, а также поощрение инновационных сельскохозяйственных технологий и устойчивого лесопользования;

3. содействие организации пищевой цепи, благополучию животных и управлению рисками в сельском хозяйстве;

4. содействие повышению эффективности использования ресурсов и поддержку перехода к низкоуглеродной и климатически устойчивой экономике в сельском, продовольственном и лесном секторах;

5. восстановление, сохранение и укрепление экосистем, связанных с сельским и лесным хозяйством;

6. содействие социальной интеграции, сокращению масштабов нищеты и экономическому развитию сельских районов.

Для одобрения той или иной программы Европейской комиссией необходимо соблюдение хотя бы 4 пунктов. Стоит отметить, приоритеты не акцентируются только на получении прибыли. Как уже упоминалось ранее, для эффективного развития сельских районов необходимо уделять внимание экологии, сохранению и улучшению климатических условий, созданию рабочих мест и, что крайне важно, сглаживанию различий между городом и территорий вне его путём социальной и экономической интеграции сельского населения[1].

В данном контексте Единая сельскохозяйственная политика ЕС основана на предоставлении государствам-членам определённой свободы в их ранжировании и выборе инструментов реализации с учётом их местных и национальных приоритетов [2].

Необходимо также упомянуть, что политика ЕС по развитию сельских районов в качестве теоретической ос-

[1] Common agricultural policy funds // European Commission: [сайт]. URL: https://ec.europa.eu/info/food-farming-fisheries/key-policies/common-agricultural-policy/financing-cap/cap-funds_en#overview (дата обращения: 30.06.2023).

новы использует эндогенно-территориальный подход или же концепцию независимого регионального развития. В рамках данной концепции пространственного планирования развитие регионов происходит не за счёт внешних импульсов (вмешательства государства или через межрегиональную торговлю), а за счёт использования регионально потенциала для удовлетворения внутренних интересов. В связи с этим и возможен ранее упомянутый подход «снизу-вверх», в рамках которого местные инициативные группы и их идеи и являются теми самыми импульсами. Именно благодаря такому подходу и реализуются такие проекты как «LEADER» [4].

Стоит обратить внимание на деятельность правительства ФРГ в рамках политики по развитию сельских районов. Так, управление развитием в Германии осуществляется на децентрализованной основе основными административными районами страны в рамках 13 Программ развития сельских районов в 13 районах: Баден-Вюртемберге, Баварии, Бранденбург-Берлине, Гессене, Мекленбург-Передней Померании, Нижней Саксонии и Бремене, Северном Рейне-Вестфалии, Сааре, Рейнланд-Пфальце, Саксонии, Саксонии-Анхальте, Шлезвиг-Гольштейне, Тюрингии. RDPs финансируются в рамках Европейского сельскохозяйственного фонда развития сельских районов[1].

Как было упомянуто выше, проекты развития являются инициативой местного населения. Одной из таких программ является Бранденбург–Берлин (проект марта 2021 г.) – «DasHerzstückeinesSägewerkesistdieSäge!» («В основе лесопилки лежит пила!»). Это относительно небольшой проект с примерным бюджетом инвестиций в 141 тыс. евро, который разработан для развития семейного предприятия «Sägewerk & Holzhandel Päch» на юго-востоке Бранденбурга[2].

На первый взгляд, столь незначительный проект никаким образом не способен оказать влияние на развитие даже одного региона, не говоря уже обо всей Германии, а тем более ЕС. Но тем не менее стоит учитывать, что ставка делается именно на подход «сверху-вниз», в рамках которого огромное количество подобных проектов и являются основной силой развития сельских территорий и сельского хозяйства ЕС. Как отмечалось ранее, только в рамках «Лидера» существуют около 3 тыс. проектов на территории всего Европейского союза.

Данный подход активно используется и в рамках национальной региональной политики. Например, в той же Германии, конкретно в Баварии, программа «LEADER» занимает особое место. За период 2014–2021 гг. были созданы 68 LAG («локальных инициативных групп»), на деятельность которых было выделено в общей сложности 126 млн евро.

Одной из таких программ является «The Hofladen BOX». «Hofladen BOX» – это онлайн-маркетплейс (платформа электронной коммерции, онлайн-ма-

[1] Germany // European Network for Rural Development: [сайт]. URL: https://enrd.ec.europa.eu/country/germany_en (дата обращения: 30.06.2023).

[2] Das Herzstück eines Sägewerkes ist die Säge! // Land Brandenburg. 2021: [сайт]. URL: https://eler.brandenburg.de/eler/de/veroeffentlichungen/projekte-des-monats/2021/projekt-des-monats-februar/ (дата обращения: 30.06.2023).

газин электронной торговли, предоставляющий информацию о продукте или услуге третьих лиц), где клиенты могут заказать продукцию непосредственно у более чем 60 различных фермеров района Фюрт. Цифровая платформа позволяет клиентам покупать непосредственно у различных региональных поставщиков без посредников. Она объединяет клиентов, которые хотят покупать региональные продукты вместе с мелкими поставщиками. «Hofladen BOX» занимается техническим решением, логистикой и маркетингом. Данный проект интересен тем, что удовлетворяет интересы городского населения и одновременно продвигает экологически чистую продукцию местных фермеров[1].

Саксония также имеет положительной опыт в работе с «LEADER». Инициативные группы в сельской местности смогли почти повсеместно использовать преимущества самостоятельных стратегий. Только за переходный период планируется выделить 122 млн евро на развитие местных программ[2].

Как и в Германии, во Франции развитие сельских районов осуществляется на децентрализованной основе в рамках 27 программ развития сельских районов, которые финансируются Европейским сельскохозяйственным фондом развития сельских районов и национальными взносами. На данный момент существует 337 французских LAG в рамках программы «Лидер»[3].

Что касается примеров деятельности других государств, их инициативные группы также проводят разработку программ. Одной из таких программ является «Зелёная забота – там, где процветают люди – Австрия». Проекты «Зелёная забота» являются партнёрами сельскохозяйственных и лесных предприятий с образовательными, медицинскими, социальными и экономическими организациями. В сотрудничестве с социальными учреждениями фермы предлагают услуги для лиц всех возрастов. С акцентом на взаимодействие между людьми и природой проекты «Зелёная забота» дают новые возможности для предоставления разнообразных услуг фермерам и социальным учреждениям. Программа поддерживается национальными фондами и EAFRD в рамках RDP[4].

Ещё одной подобной программой является финская программа «Digitally Visiting» – «Цифровое Посещение». Проект продемонстрировал, что существует большая потребность в местной цифровой поддержке для развития цифровых навыков жителей, особенно в отдалённых сельских регионах[5].

[1] The HofladenBOX – Germany // European Network for Rural Development: [сайт]. URL: https://enrd.ec.europa.eu/projects-practice/hofladenbox-germany_en (дата обращения: 30.06.2023).

[2] Endlich Gewissheit: 122 Millionen Euro für LEADER in Sachsen // Sachen.de: [сайт]. URL: https://medienservice.sachsen.de/medien/news/249715 (дата обращения: 30.06.2023).

[3] France // European Network for Rural Development: [сайт]. URL: https://enrd.ec.europa.eu/country/france_fr (дата обращения: 30.06.2023).

[4] Green Care – Where people flourish – Austria // European Network for Rural Development: [сайт]. URL: https://enrd.ec.europa.eu/projects-practice/green-care-where-people-flourish-austria_en (дата обращения: 30.06.2023).

[5] Digitally Visiting – Finland // European Network for Rural Development: [сайт]. URL: https://enrd.ec.europa.eu/projects-practice/digitally-visiting-finland_en (дата обращения: 30.06.2023).

Достаточно значимым является совместный проект Эстонии, Финляндии, Италии, Латвии и Португалии – «Global Eco – круговая экономика в сельской местности». Этот проект транснационального сотрудничества, согласованный с приоритетами ЕС в Европейском зелёном соглашении. Соответствующие темы и вопросы, охватываемые в рамках обмена передовым опытом между партнёрами проекта, включают инновации в сельском хозяйстве, управление и утилизацию отходов, биодинамическое земледелие, возобновляемые источники энергии, зелёную экономику, лесное хозяйство и агропродовольственный сектор[1].

Данная концепция не является новой для ЕС. К примеру, подобной стратегии страны Евросоюза придерживались в рамках предыдущего периода 2014–2020 гг., во многом сохраняя прежнюю систему финансирования местных проектов. Комиссией были поставлены 3 основные задачи: повышение конкурентоспособности сельского и лесного хозяйства; обеспечение устойчивого управления природными ресурсами в условиях изменения климата; достижение сбалансированного территориального развития сельских экономик и общин, включая создание и поддержание рабочих мест. Названные приоритеты были выделены и в рамках нового периода [13].

EAFRD было выделено примерно 43 млрд евро для развития конкурентоспособности фермерских хозяйств, на социальную интеграцию – 16 млрд. В сумме было потрачено более 150 млрд евро, из которых примерно треть задействована на улучшение качества окружающей среды и климатических условий (рис. 4).

Стоит задаться закономерным вопросом: а работает ли данная система? По данным ЕС, с 2014 по 2019 гг. уровень занятости увеличился на 4%. Средний доход на сельскохозяйственных предпринимателей вырос почти на 2 тыс. евро[2]. Следовательно, несмотря на миграционный кризис 2015–2017 гг. и его последствия для ЕС, региональная политика, направленная на развитие сельских территорий, является результативной.

Как показывает практика, инструменты государственной политики не всегда могут быть эффективными, они ориентированы, прежде всего, на обеспечение макроуправляемости региональной системы, что в рамках российской практики привело к значительной финансовой зависимости от бюджетирования вышестоящего уровня, снижению интереса у органов местного самоуправления к формированию муниципальной политики развития села [7].

В свою очередь, подход «сверху-вниз» является наиболее приоритетным в рамках европейской политики по развитию сельских территорий. Считается, что именно заинтересованные местные жители наиболее эффективно способны справиться с локаль-

[1] Global Eco – Inno Eco Circular Economy in the Countryside // European Network for Rural Development: [сайт]. URL: https://enrd.ec.europa.eu/projects-practice/global-eco-inno-eco-circular-economy-countryside_en (дата обращения: 30.06.2023).

[2] Рабочие места и экономический рост в сельской местности// EuropeanCommission: [сайт]. URL: https://agridata.ec.europa.eu/extensions/DashboardIndicators/JobsGrowth.html (дата обращения: 30.06.2023).

Обязательства по расходам на развитие сельских районов в разбивке по отраслям, 2014–2020 годы

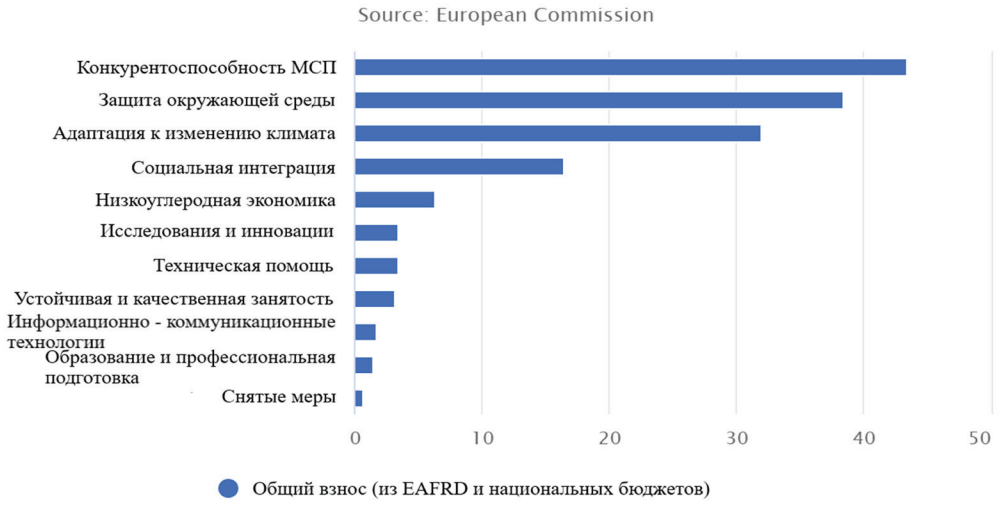


Рис. 4 / Fig. 4. Обязательства по расходам на развитие сельских районов в разбивке по отраслям, 2014–2020-е гг. / Rural Development Spending Commitments by Industry, 2014-2020s

Источник: Common agricultural policy funds // European Commission: [сайт]. URL: https://agriculture.ec.europa.eu/common-agricultural-policy/financing-cap/cap-funds_en (дата обращения: 30.06.2023)

ными проблемами и задачами. Также, учитывая потенциал и недостатки тех или иных районов, происходит более эффективное перераспределение ресурсов.

В свою очередь, в качестве информативной базы выступает Европейская сеть по развитию сельских районов – ENRD. Она поддерживает эффективное осуществление программ стран ЕС путём генерирования и обмена знаниями, а также содействия обмену информацией и сотрудничеству по всей сельской Европе. База данных включает в себя целый список полезной информации: полный список проектов, финансируемых EAFRD и реализуемых через RDPs; развитие сельских районов в цифрах (статистические данные и резюме, относящиеся к RDP, приоритетным областям и данным мониторинга); тематические рабочие группы, семинары и практикумы, а также публикации; часто задаваемые вопросы, касающиеся развития сельских районов[1].

Ещё одним инструментом в поддержке органов EAFRD, а также соответственно и LAG, которые сотрудничают с ним, являются исследования *fi-compass* (универсальная система автоматизированного проектирования). С её помощью изучается потребность в финансировании сельского хозяйства и агропродовольственного сектора в 24 государствах – членах ЕС, опи-

[1] About the ENRD // European Network for Rural Development: [сайт]. URL: https://enrd.ec.europa.eu/about_en (дата обращения: 30.06.2023).

раясь на результаты 2 исследований на уровне ЕС, посвящённых доступу к финансовым результатам более чем 7 600 фермеров и 2 200 агропродовольственных предприятий. Так, проведённое исследование выявило значительный дефицит финансирования в размере 19,7–46,6 млрд евро для сельского хозяйства и более 12,8 млрд евро для агропродовольственного сектора[1].

Европейская Комиссия (ЕК) оказывает информационную поддержку заинтересованным участникам. К примеру, ЕК проводила публичные консультации, которые были направлены на сбор мнений по различным вариантам агропродовольственной политики. Консультации давали возможность получить обратную связь по различным вариантам обновления реализуемой политики, что делало её более простой и эффективной для исполнительных и национальных органов власти. Консультация была открыта в течение 12 недель – с 31 марта по 23 июня 2021 г.[2]

Существует ещё один инструмент поддержки – это продвижение сельскохозяйственных товаров фермеров. Рекламные кампании с информацией о фермерских продуктах предназначены для того, чтобы открыть новые рыночные возможности для фермеров ЕС, а также помочь им построить свой существующий бизнес. Существует 2 вида рекламы: 1) которые управляются европейскими торговыми или межторговыми ассоциациями и совместно финансируются ЕС; 2) которые осуществляются непосредственно самим ЕС.

В 2021 г. выделено 182,9 млн евро для финансирования мероприятий по продвижению агропродовольственных товаров ЕС внутри самих стран и за рубежом. 86 млн евро направлено на кампании по продвижению органических продуктов, устойчивого сельского хозяйства ЕС и роли агропродовольственного сектора с точки зрения климатических изменений и охраны окружающей среды. Кампании должны освещать высокие стандарты безопасности агропродовольственных продуктов ЕС, а также разнообразный и традиционный ассортимент продукции, поддерживаемый стандартами качества ЕС[3].

Необходимым является и анализ последствий кризиса, связанного с COVID-19, и его отражением на проводимую региональную политику ЕС в части развития сельских территорий. Пока ещё рано делать окончательные выводы, но уже сегодня можно заключить, что сельское хозяйство ЕС продемонстрировало свою устойчивость.

В то же время фермеры и другие сельхозпроизводители сталкивались с

[1] Fi-compass Study on financial needs in the agriculture and agri-food sectors in 24 EU Member States // Fi-compass: [сайт]. URL: https://fi-compass.eu/eafrd/fi-compass-study-financial-needs-agriculture-and-agri-food-sectors-24-eu-member-states (дата обращения: 30.06.2023).

[2] Commission launches public consultation on review of the promotion policy for EU agri-food products // European Commission: [сайт]. URL: https://ec.europa.eu/info/news/commission-launches-public-consultation-review-promotion-policy-eu-agri-food-products-2021-mar-31_en (дата обращения: 30.06.2023).

[3] Promotion of EU farm products // European Commission: [сайт]. URL: https://ec.europa.eu/info/food-farming-fisheries/key-policies/common-agricultural-policy/market-measures/promotion-eu-farm-products_en (дата обращения: 30.06.2023).

определёнными трудностями и растущим давлением. Для их поддержки в этот сложный период были предприняты некоторые меры. В разгар пандемии в силу вступило решение приравнять сезонных работников к списку «критически важных» профессий. В условиях локдауна они могли беспрепятственно добираться до своего рабочего места, поскольку их труд имеет решающее значение для сельскохозяйственного сектора (с точки зрения сбора урожая, посадки и ухода за растениями).

Была оказана и прямая поддержка. Фермеры и другие участники развития сельских территорий могли воспользоваться кредитами или гарантиями для покрытия операционных расходов до 200 тыс. евро с низкой ставкой и с удобным графиком погашения. Также были увеличены авансы для общей сельскохозяйственной политики (CAP) поддержки доходов (с 50% до 70%) и некоторые платежи за развитие сельских территорий (с 75% до 85%).

В соответствии с временными рамками государственной помощи Европейской Комиссии фермеры могли получить помощью в размере 100 тыс. евро на ферму, а компании пищевой промышленности и маркетинга – 800 тыс. евро.

Также, чтобы стабилизировать рынок за счёт временного сокращения доступного предложения, Еврокомиссия предложила варианты поддержки частной помощи в хранении молочных и мясных продуктов. Эта мера допускала временный вывод продукции с рынка на 2–3 месяца (максимальный срок – 5–6 месяцев).

Еврокомиссия также предложила пересмотреть некоторые правила конкуренции ЕС, действующие в соответствии со ст. 222 регламента организации общих рынков для секторов молока, цветов и картофеля. Было разрешено кооперироваться и реализовывать рыночные меры на своём уровне в течение 6 месяцев (не более). Например, молочному сектору было разрешено коллективно планировать производство молока, а цветочно-картофельному сектору – выводить продукцию с рынка[1].

В силу специфических особенностей и различий той или иной территории (природно-климатических условий, географического положения, наличия энергетических ресурсов и т. д.) разработка единого подхода в развитии сельской местности является менее эффективной, нежели поддержка местных очагов самоуправления [3].

Кроме того, существует программа-стратегия «Farmto Fork», которая является частью Европейского Зелёного соглашения. По сути, это план действий в чрезвычайных ситуациях, которые могут существенно повлиять на продовольственную безопасность в ЕС, а также направления координации во всех областях политики, имеющих отношение к продовольственной системе, таких, как: сельское хозяйство, рыболовство, продовольственная безопасность, трудовые ресурсы, здравоохранение, транспортные вопросы и т. д. Подразумевается создание механизма реагирования на продовольственный кризис, который будет координироваться Еврокомиссией с участием государств-членов, а также комплекса широких руководящих

[1] The Food for Europe podcast // European Commission: [сайт]. URL: https://agriculture.ec.europa.eu/farming/food-europe-podcast_en (дата обращения: 30.06.2023).

принципов и рекомендаций по улучшению координации на уровне ЕС и государств-членов, основанных на итогах работы форума[1].

Даже в рамках экстренных действий вопрос экологии не уходит на задний план. Стратегия «Farmto Fork» направлена на ускорение перехода к устойчивой продовольственной системе, которая должна оказывать нейтральное или положительное воздействие на окружающую среду; помочь в смягчении последствий изменения климата и адаптации к его последствиям; обратить вспять утрату биоразнообразия; обеспечить продовольственную безопасность; сохранить ценовую доступность продовольствия при одновременном получении более справедливой экономической отдачи, повысить конкурентоспособность сектора поставок ЕС и содействовать справедливой торговле[2].

Таким образом, анализируя реализуемую региональную политику в ЕС, сложно не согласиться с тем, что в рамках единой Европы существует достаточно широкий набор инструментов, способствующий устойчивому развитию сельского хозяйства и сельских территорий. Пожалуй, во многом это связано с тем, что производители сельхозпродукции из Европы существуют в условиях жёсткой конкуренции с зарубежными фермерами из стран с более благоприятными климатическими условиями. Возможно, именно из-за опыта предыдущих лет сельское хозяйство ЕС понесло наименьшие потери относительно других сфер экономики. К тому же, благодаря достаточно эффективному балансу между частной инициативой и государственной поддержкой, все важнейшие решения принимались крайне быстро, а благодаря информационной базе ЕС – и достаточно эффективно.

Заключение

Подводя итог, можно сказать, что, действительно, развитие сельских территорий является важнейшей частью политики ЕС. Сложно не отметить, что сюда вкладывается огромное количество денежных средств, что ещё раз подтверждает вышесказанное. Европейцы имеют крайне богатый опыт в развитии сельского хозяйства в условиях рыночной экономики и здоровой конкуренции, что позволяет эффективно использовать ресурсы и реализовывать товар. В связи с этим и возможен выбранный ЕС эндогенно-территориальный подход, или же концепция независимого регионального развития, в рамках которого и возможна столь выгодная децентрализация и широко распространённая частная инициатива, как в рамках ЕС, так и в рамках отдельных государств. При этом крайне заметна помощь государства, которое, помимо финансовой поддержки, помогает в хранении и реализации продукции, что особенно актуально в условиях пандемии.

Стоит отметить и то, что экологические меры не отходят на второй план: происходит сохранение баланса между экономической эффективностью, защитой климата и окружающей среды. Особое место занимает всевозможная информационная поддержка: от раз-

[1] Farm to Fork strategy // European Commission: [сайт]. URL: https://food.ec.europa.eu/horizontal-topics/farm-fork-strategy_en (дата обращения: 30.06.2023).

[2] Farm to Fork strategy // European Commission: [сайт]. URL: https://food.ec.europa.eu/horizontal-topics/farm-fork-strategy_en (дата обращения: 30.06.2023).

личных семинаров для бизнесменов и фермеров до ежегодной оперативной статистики и имеющейся в общем доступе информации об огромном количестве региональных и местных программ. При этом информацию предоставляют и соответствующие органы ЕС, и страны-участницы, и более мелкие акторы.

Пожалуй, такая эффективность частной инициативы и дала возможность успешной реализации региональной политики по развитию сельских территорий. Европейский пример показывает, что система «снизу-вверх» является наилучшим способом в решении локальных проблем и задач.

Попытка полностью скопировать такой подход другим интеграционным объединением или же государством с малой долей вероятности принесёт успех. Всё из-за того, что на сегодняшний день, наверное, только Европа обладает одновременно крайне высоким экономическим потенциалом и, пожалуй, ещё более высоким уровнем социальный ответственности среди граждан, которые в рамках индивидуалистского сознания способны работать на общие интересы.

Тем не менее часть идей может успешно применяться и в других странах, в т. ч. и в России, чтобы, основываясь на европейском опыте обеспечить темпы выше среднемировых, необходимо наряду с другими мерами овладеть методами пространственного развития страны и её регионов [5].

ЛИТЕРАТУРА

1. Ворошилов Н. В. Типология, проблемы и перспективы развития сельских территорий // Проблемы развития территорий. 2018. № 4. С. 42–58.
2. Головина С. Г., Абилова Е. В., Смирнова Л. Н. Государственная поддержка сельских территорий Европейского Союза: содержание и результаты реформирования // Вестник Челябинского государственного университета. Серия: Экономические науки. 2021. № 10. Вып. 74. С. 59–69.
3. Климовских Н. В. Проблема устойчивого развития сельских территорий и её решение // Вестник Университета Российской академии образования. 2020. № 1. С. 117–131.
4. Корольков А. Ф. ЕС: Сельское хозяйство и аграрная политика // Современная Европа. 2002. № 4. С. 90–97.
5. Коротченков А. М., Шапавалова В. Ф. Пространственное развитие России. М.: Проспект, 2022. 144 с.
6. Крутиков В. К., Федорова О. В. Развитие сельских территорий: инновации, диверсификация. Калуга: Типография Флагман, 2011. 2016 с.
7. Мирошниченко Т. А., Подгорская С. В. Теоретико-методологические основы финансово-экономического обеспечения устойчивого развития сельских территорий. Ростов-на-Дону, Таганрог: Издательство Южного федерального университета, 2022. 118 с.
8. Мичурина Ф. З., Теньковская Л. И., Роженцева Е. В. Оптимизация экономических и социальных факторов развития сельских территорий. Пермь: Пермская ГСХА, 2012. 330 с.
9. Модернизация механизмов устойчивого развития сельских территорий / Е. Г. Коваленко, Т. М. Полушкина, О. Ю. Якимова, Е. В. Автайкина, О. О. Зайцева, К. С. Седова. М.: Академия Естествознания, 2014. 166 с.

10. Савченко Т. В., Просянникова Ю. А., Улезько А. В. Развитие аграрного потенциала сельских территорий. Воронеж: Научная книга, 2015. 175 с.
11. Устойчивое развитие сельских территорий. Институциональные основания устойчивого развития (управление, экономика, экология и социальная сфера как основные факторы устойчивого общества) / А. А. Хагуров, Ю. Г. Тамбиянц, Е. Н. Клычев, Т. А. Жукова, В. А. Передерий, Д. М. Аутлев, Ш. С. Асланов. Краснодар: КубГАУ, 2020. 219 с.
12. Формирование и развитие человеческого капитала в сельских территориях / Б. А. Воронин, В. Н. Потехин, Н. А. Потехин, А. Н. Семин, В. И. Набоков, Б. А. Воронин, Я. В. Воронина и др. Екатеринбург: Издательство Уральского ГАУ, 2021. 136 с.
13. Bourdin S., Torre A. Les financements européens de développement régional: l'Union européen ne enquête de cohésion. In: Revue d'économie financière, 2018, no. 132, pp. 39–57.
14. Lacquement G., Chevalier P. Le programme Européen LEADER, un modèle de développement à l'épreuve de l'européanisation des politiques rurales. In: *Geocarrefour*, 2020, no. 94, pp. 67–83.

REFERENCES

1. Voroshilov N. V. [Typology, problems and prospects for the development of rural territories]. In: *Problemy razvitiya territoriy* [Problems of development of territories], 2018, no. 4, pp. 42–58.
2. Golovina S. G., Abilova E. V., Smirnova L. N. [State support of rural territories of the European Union: content and results of reform]. In: *Vestnik Chelyabinskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: Ekonomicheskiye nauki* [Bulletin of the Chelyabinsk State University. Series: Economic Sciences], 2021, no. 10, iss. 74 pp. 59–69.
3. Klimovskikh N. V. [The problem of sustainable development of rural areas and its solution]. In: *Vestnik Universiteta Rossiyskoy akademii obrazovaniya* [Bulletin of the University of the Russian Academy of Education], 2020, no. 1, pp. 117–131.
4. Korolkov A. F. [EU: Agriculture and agricultural policy]. In: *Sovremennaya Yevropa* [Modern Europe], 2002, no. 4, pp. 90–97.
5. Korotchenkov A. M., Shapavalova V. F. *Prostranstvennoye razvitiye Rossii* [Spatial development of Russia]. Moscow, Prospekt Publ., 2022. 144 p.
6. Krutikov V. K., Fedorova O. V. *Razvitiye tendentsiy: innovatsii, diversifikatsiya* [Development of rural territories: innovations, diversification]. Kaluga, Tipografiya Flagman Publ., 2011. 2016 p.
7. Miroshnichenko T. A., Podgorskaya S. V. *Teoretiko-metodologicheskiye osnovy finansovo-ekonomicheskogo obespecheniya riska razvitiya atmosfery* [Theoretical and methodological foundations of financial and economic support for sustainable development of rural territories]. Rostov-on-Don, Taganrog, Izdatelstvo Yuzhnogo federalnogo universiteta Publ., 2022. 118 p.
8. Michurina F. Z., Tenkovskaya L. I., Rozhentseva E. V. *Optimizatsiya ekonomicheskikh i sotsialnykh usloviy razvitiya atmosfery* [Optimization of economic and social factors in the development of rural territories]. Perm, Permskaya GSKHA Publ., 2012. 330 p.
9. Kovalenko E. G., Polushkina T. M., Yakimova O. Yu., Avtaikina E. V., Zaitseva O. O., Sedova K. S. *Modernizatsiya uchityvayet razvitiye atmosfernykh yavleniy* [Modernization of mechanisms for sustainable development of rural areas]. Moscow, Akademiya Yestestvoznaniya Publ., 2014. 166 p.
10. Savchenko T. V., Prosyannikova Yu. A., Ulezko A. V. *Razvitiye agrarnogo potentsiala atmosfernykh vozdeystviy* [Development of the agrarian potential of rural territories]. Voronezh, Nauchnaya kniga Publ., 2015. 175 p.

11. Khagurov A. A., Tambiyants Yu. G., Klychev E. N., Zhukova T. A., Perederiy V. A., Outlev D. M., Aslanov Sh. S. *Tyazheloye razvitiye atmosfernykh vozdeystviy. Institutsionalnyye osnovaniya razvitiya (upravleniye, ekonomika, ekologiya i sotsialnaya sfera kak osnovnyye faktory vliyayut na obshchestvo)* [Sustainable development of rural areas. Institutional foundations of sustainable development (management, economics, ecology and social sphere as the main factors of a sustainable society)]. Krasnodar, KubGAU Publ., 2020. 219 p.
12. Voronin B. A., Potekhin V. N., Potekhin N. A., Semin A. N., Nabokov V. I., Voronin B. A., Voronina Ya. V., at al. *Formirovaniye i razvitiye chelovecheskogo kapitala v atmosfernykh territoriyakh* [Formation and development of human capital in rural areas]. Ekaterinburg, Izdatelstvo Uralskogo GAU Publ., 2021. 136 p.
13. Bourdin S., Torre A. Les financements européens de développement régional: l'Union européen ne enquête de cohésion. In: Revue d'économie financière, 2018, no. 132, pp. 39–57.
14. Lacquement G., Chevalier P. Le programme Européen LEADER, un modèle de développement à l'épreuve de l'européanisation des politiques rurales. In: *Geocarrefour*, 2020, no. 94, pp. 67–83.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Тихий Владимир Иванович – кандидат географических наук, доцент, заведующий кафедрой географии, экологии и общей биологии Института естественных наук и биотехнологии, Орловский государственный университет имени И. С. Тургенева;
e-mail: tikhiivi@yandex.ru

Щербатов Илья Дмитриевич – магистрант исторического факультета, Орловский государственный университет имени И. С. Тургенева;
e-mail: ilya880066@mail.ru

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Vladimir I. Tikhii – PhD (Geography), Assoc. Prof., Departmentally Head, Department of Geography, Ecology and General Biology, Institute of Natural Sciences and Biotechnology, Oryol State University named after I. S. Turgenev;
e-mail: tikhiivi@yandex.ru

Ilya D. Shcherbatov – Master's Degree Student, Department of History, Oryol State University named after I. S. Turgenev;
e-mail: ilya880066@mail.ru

ПРАВИЛЬНАЯ ССЫЛКА НА СТАТЬЮ

Тихий В. И., Щербатов И. Д. Региональная политика Европейского союза по развитию сельских территорий в начале 20-х гг. XXI в. // Географическая среда и живые системы. 2023. № 3. С. 144–162.
DOI: 10.18384/2712-7621-2023-3-144-162

FOR CITATION

Tikhii V. I., Shcherbatov I. D. European Union regional policy for rural areas development in the early 1920s. In: *Geographical Environment and Living Systems*, 2023, no. 3, pp. 144–162.
DOI: 10.18384/2712-7621-2023-3-144-162

УДК 910+711.2+ 316.34
DOI: 10.18384/2712-7621-2023-3-163-174

THE CURRENT SITUATION OF SOCIAL INFRASTRUCTURE AND ITS TERRITORIAL PLANNING IN THE SHAKI DISTRICT (AZERBAIJAN)

N. Artunov

Institute of Geography named after Academician Hasan Aliyev, pr. G. Javid 115, Baku AZ1143, Azerbaijani Republic; e-mail: nofel.ertunov@gmail.com

Received 26.12.2022
Revised 18.08.2023
Accepted 05.09.2023

Abstract

Aim. The purpose of the paper is to study the issues of social infrastructure areas and territorial planning, the implementation level of adopted State programs, and the current state of water, sewerage, electricity, heating, transport, road, and service spheres of the communal areas of the population.

Methodology. The key research method is the methodology for determining of the territorial development index coefficient, comparative analysis with other regions and historical analyses, and mapping all infrastructures in the region.

Results. Research shows that although the State programs and measures are implemented in the Shaki region, the development of social infrastructure is not at the desired level. However, the social infrastructure and its separate areas of water supply, gas supply, and sewage systems in the researched area and villages are not comprehensively provided.

The regional development index reveals that Shaki district ranks 4th in Shaki Zagatala economic region. According to the conducted research, the volume of the measures taken in the direction of the development of the region is mostly concentrated in Gabala, Zagatala, and Gakh regions in recent times. As a result, it was determined that the Shaki region's function of preventing migration in the region, as well as its role as an economic center, has decreased, and the region has transitioned from monocentric to polycentricity.

Research implications. The results of the study show that mapping the sites of social places and infrastructure using GIS technologies is important in developing social strategy plans and databases as a significant factor in the socio-economic development of the Shaki region.

Keywords: social infrastructure, planning, State Programs, territorial development index, social welfare, Shaki district, GIS

Acknowledgments. I would like to express my profound gratitude to the anonymous referees of journals for taking the necessary time and effort to review the manuscript. I sincerely appreciate all your valuable comments and suggestions, which helped me in improving the quality of the manuscript.

© CC BY Артунов Н., 2023.

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ СОЦИАЛЬНОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ И ЕЁ ТЕРРИТОРИАЛЬНАЯ ПЛАНИРОВКА В ШЕКИНСКОМ РАЙОНЕ (АЗЕРБАЙДЖАН)

Артунов Н.

Институт географии имени академика Гасана Алиева, AZ1143, г. Баку, пр. Г. Джавида, д. 115, Азербайджанская Республика; e-mail: nofel.ertunov@gmail.com

Поступила в редакцию 26.12.2022
После доработки 18.08.2023
Принята к публикации 05.09.2023

Аннотация

Цель. Изучение вопросов социальной инфраструктуры территорий и территориального планирования, уровня реализации принятых государственных программ, современного состояния водоснабжения, канализации, электроснабжения, теплоснабжения, транспорта, дорожно-транспортной сферы и сферы обслуживания коммунальных территорий населения.

Процедура и методы. Ключевым методом исследования является определение коэффициента индекса развития территории, ежегодный сравнительный анализ с другими регионами и картирование всей инфраструктуры региона.

Результаты. Исследования показывают, что, хотя в Шекинском районе реализуются государственные программы и меры, развитие социальной инфраструктуры находится не на должном уровне. При этом социальная инфраструктура и её отдельные участки водопровода, газоснабжения и канализации в исследуемом районе и селах обеспечены не в полной мере. Индекс регионального развития показывает, что Шекинский район занимает 4 место в Шеки-Загатальском экономическом районе. Согласно проведённому исследованию объём мер, предпринятых в направлении развития региона в последнее время, в основном сконцентрирован в Габалинском, Загатальском и Гахском районах. Анализ показал, что функция Шекинского района по предотвращению миграции в регионе, а также его роль как экономического центра снизились, и регион перешёл от моноцентризма к полицентризму.

Теоретическая и/или практическая значимость. Результаты исследования показывают, что картографирование объектов социальных мест и инфраструктуры с использованием ГИС-технологий имеет важное значение при разработке планов социальной стратегии и базы данных как важного фактора социально-экономического развития Шекинского района.

Ключевые слова: социальная инфраструктура, планирование, госпрограммы, индекс территориального развития, социальное благополучие, Шекинский район, ГИС

Благодарности. Выражаю глубокую признательность рецензентам журналов за потраченное время и усилия на рассмотрение рукописи. Я искренне признателен за все ваши ценные комментарии и предложения, которые помогли мне улучшить качество рукописи.

Introduction

Every country has to ensure the social well-being of its regions along with sustainable social and economic development. This is related to various investments in that region and the population

living there, and the implementation of some social projects. However, the main issue is the improvement of the standard of living of the population and the level of services, in return for which they are available to everyone [6]. Infrastructure is defined as the productive capital structures that form the basis of the economy and society and enable the achievement of economic and social goals in a given period [13]. As a result, the areas of economic infrastructure and social infrastructure were created. Although, both economic and social infrastructures have significant social impacts in practical terms on individuals, communities, and the general public at large, the distinction between the two infrastructures based on their social impact is ambiguous and difficult to define [5].

However, there are no concrete methods for assessing the impact of social additional costs on the dynamics of economic growth [3]. The activity of social infrastructure is considered as a set of areas aimed at satisfying the personal needs of the population, ensuring their life activity, intellectual development, and high social-political activity [1] In Palaces for the People, the sociologist Eric Klinenberg [7] makes the argument that a whole range of physical and institutional infrastructures are crucial for the development and maintenance of social connections. This is an argument for social infrastructure.

Infrastructure has emerged as a central focus in social and urban theory [4]. Within geography, much of this work owes a debt to Latham & Layton [10], work on the physical infrastructures of water, power, transportation, and telecommunications provision. They argue that changing forms of infrastructural provision have created an increasingly splintered landscape where some groups are systematically excluded. Here, physical infrastructure represents "congealed social interests" [8].

The article analyzed the current state of social infrastructure areas, including cultural education areas, healthcare and tourism facilities, and communication and service areas in the research region. Also, it is considered to study the level of implementation of the adopted State programs and their future perspectives. Preparation of a social infrastructure development strategy, effective territorial organization of social infrastructure, settlement of the population, planning, placement, and management of farm areas, and conditions covering the material basis of the realization of social programs for the purpose of raising the standard of living of the society constitutes the relevance of the research in Shaki district. A wide network of social infrastructure should be created in the research area. At present, infrastructure areas in the region consist of housing and communal services, household services, cultural and educational institutions, public catering, trade services, transport and communication, healthcare, and the tourism sphere.

Study Area and State Programs

The total area of Shaki district, located in the northwest of our republic, is 2488 km2 and it is the second largest district of Azerbaijan after Guba district. The Shaki district is surrounded by the Dagestan Republic of the Russian Federation from the north, Oghuz from the east, Yevlakh from the south, and Gakh from the west (Fig. 1). The total population of the district is 189,1 thousand people[1]. If the popula-

[1] ARSSC. Demographic Indicators of Azerbaijan, 2021. 66 p.

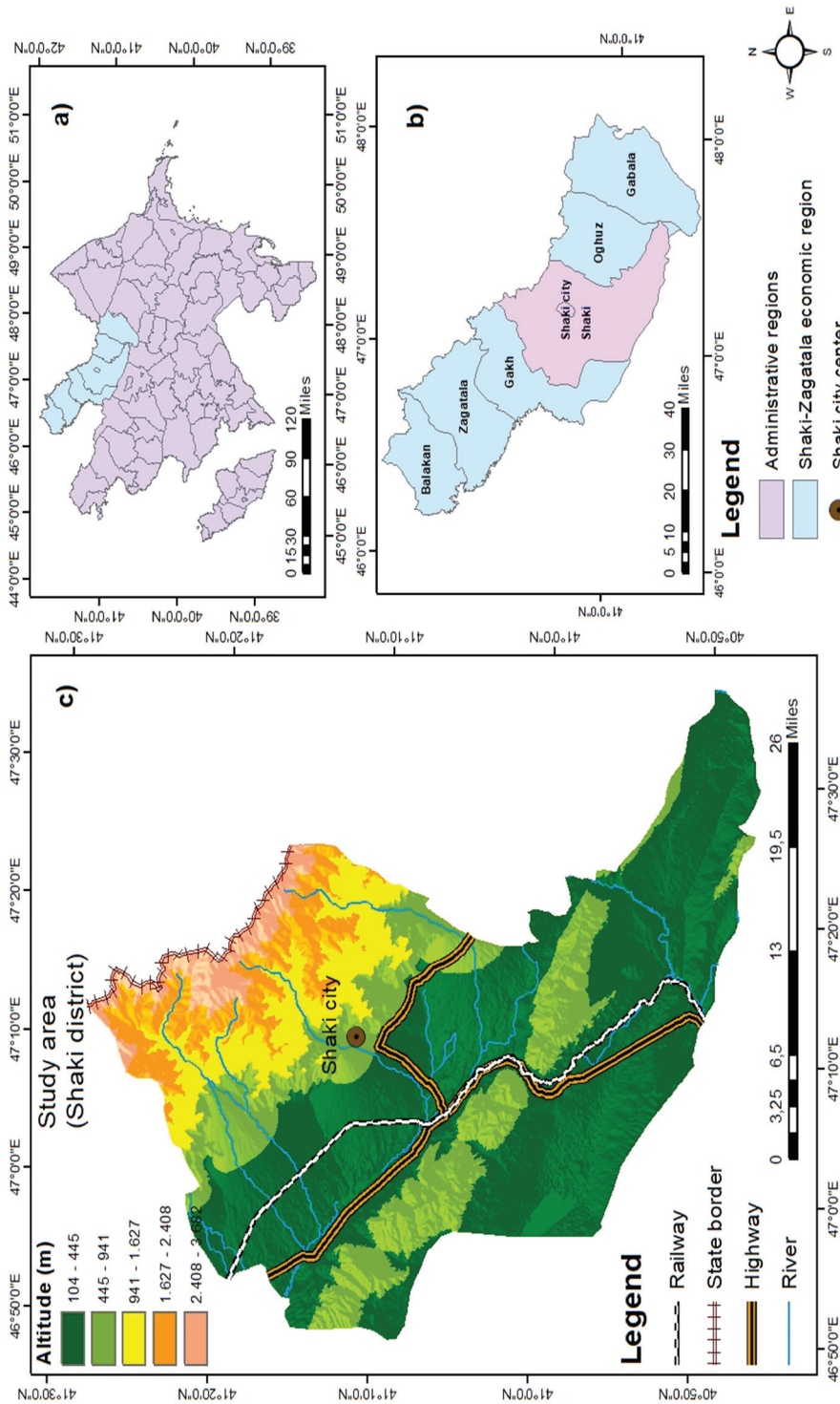


Fig. 1 / Рис. 1. Study area: a) Administrative regions of Azerbaijan Republic, b) Shaki-Zagatala economic region, c) Shaki district / Территория исследования: a) Административные районы Азербайджанской Республики, b) Шеки-Закатальский экономический район, c) Шекинский район

tion was 170,7 thousand in 2009, in 2020 this number increased by 10,7%. Although Shaki district is in the 1st place in terms of population in the region, it lags behind Balakan and Zagatala regions in terms of population density, and the density per sq. 78 people per km. It covers 30% of the total population in the Shaki-Zagatala economic region. The total population of the Shaki city is 90 thousand people[1].

The level of urbanization is 47,6% [2] and the majority of the population lives in the countryside [12]. The region includes 2 urban settlements and 68 villages [11]. The northern and northeastern part of the administrative region is included in the forested, subalpine, and alpine grassy southern slopes of the Main Caucasus range, the central part is in the steppe, in some places in the forested Ganikh-Ayrichay valley, and the southern and southeastern part is mainly in the desert landscape of Ajinokhur foothills and steppe plains. The height of the area ranges from 107 to 3 686 m (Fig. 2) and is mostly surrounded by mountains

In this framework, a number of state programs related to the social and eco-

[1] ARSSC. Regions of Azerbaijan. Baku, 2022.

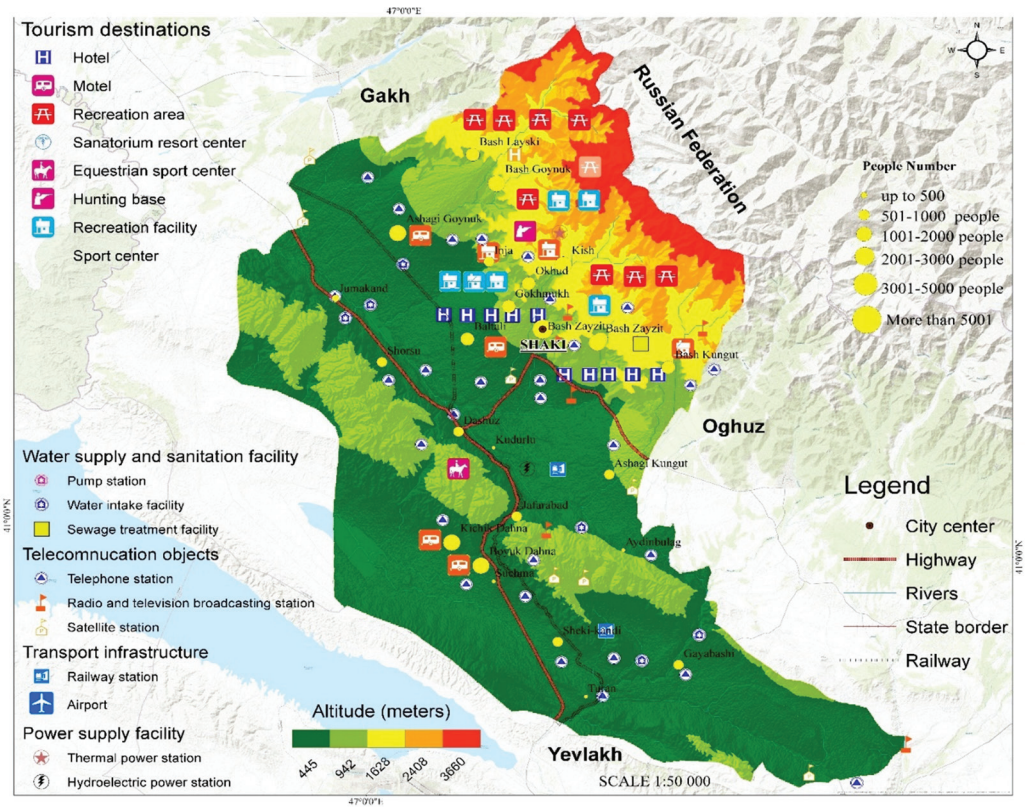


Fig. 2 / Рис. 2. Current social infrastructure condition of Shaki district except for medical infrastructure / Текущее состояние социальной инфраструктуры Шекинского района кроме медицинской инфраструктуры

Source: Prepared based on statistical data by the author

nomic development of regions have been implemented in our republic, and new ones are currently being implemented. Investing in the region promotes the development of social infrastructure, which allows for ensuring the social and economic rights of the population, to maintain social services, including health care, education, culture, and other social fields. Within the framework of the State Program for Social Economic Development of Regions (2019–2023)[1], several measures have been taken to create social infrastructure areas and develop existing areas in Shaki. These mainly include the creation of new service areas and the expansion of existing facilities with increased production. A number of projects have been implemented in the direction of the construction of the road network and its repair. The construction of the Garamaryam – Ismayilli-Shaki (134 km) – Shirinbulag highway has been completed in the region. It is planned to reconstruct Hachi, Babaratma-Garadağli Gudula-Dashuz highway as well. The length of the project is 28,1 km, and the cost is 12 000 thousand manats.

One of the important areas in the communal economy is the supply of electricity and gas to the population. Works are being continued in the field of providing the population with electricity. Within this framework, 1 – 110 kV substation and 3 – 35 kV substations were rebuilt in 2020. In order to meet the heat and electricity demands of the population, a number of measures have been taken to improve the gas supply in the region, including major repairs of existing pipelines and new lines. Thus, 13,28 km of new gas pipelines were built in the region, 8,27 km of gas lines were overhauled, and 1new residential area was supplied with gas. Previously, all these were met by cutting down forest areas, and as a result, forest resources were reduced. However, despite the work done in electricity and gas supply, there are still interruptions in the level of provision for the population, especially in rural areas.

Providing the population with water, sewerage, and communication are the main indicators of communal services. Local springs and artesian basins play a key role in the water supply of the population in the Sheki region. In order to create artesian basins in the region, drilling works in the wells in the villages of I Bilajik, Bideyiz, Aliyar, Baş Goynuk, Aydınbulag, and Ibrahim have been completed. In the field of improving drinking water supply and sewage systems, an 18,31 km long water line, 4,66 km drinking water house connections, 16,89 km sewage line, and 11 km long sewage house connection were built during 12 months in 2020. In the villages of the region, the drinking water problem and the construction of lines still remain. Although the issue of continuing the reconstruction of the water supply and sewerage system of the city of Shaki is mentioned in each of the adopted State programs, as a result, it has not been completed at the present time.

The main reason for this is that the final implementation plan for the area is updated in every program, the work is not performed in terms of quality and quantity, and the principle of consistency according to the plan is not maintained. The centralized sewage system, boiler houses, and heating systems belonging to the communal economy in the region are non-existent.

A number of necessary measures were taken to protect the health of the popula-

[1] ARSSC. Socio-economic development of regions. The statistical compilation, 2021. 728 p.

tion and improve the quality of medical services. The construction of the Shaki City Psychiatric Hospital in the Shaki District was completed and put into use within the framework of the Program for the Improvement of Social Infrastructure. Also, the healthcare facilities in the region that needed to be repaired were restored. Thus, a village doctor's station has been established at the base of Boyuk Dahna, Kichik Dahna, Ashaghi Goynuk village hospitals, and Turan settlement hospital.

Social infrastructure and its territorial planning in the Shaki district

Social infrastructure is one of the important elements of economic fields and serves to satisfy the social and moral needs of the population.

The number of doctors in hospitals began to decrease over the past 10 years in the region. The number of 346 people in 2015 decreased to 323 people in 2020 (Table 1). This means that there is one doctor for every 585 people in the region. The number of doctors per thousand people has decreased in 5 years. In 2015, this indicator was around 19 people, but in 2020, this number decreased to 17 people. The rate of decline has gradually decreased over the indicated time period.

The number of hospitals continued to decline in the same way. In 2015, the number of hospitals was 8, but in 2020, it decreased to 3. The main reason for this is that hospital-type polyclinics are concentrated in a single area and operate in a complex manner. Although there is a decrease in the total number of hospitals, there is an increase in the number of beds. The number of beds, which was 672 in 2015, increased by 52 to 724 in 2020. An increase in the number of medical workers working in healthcare has been recorded. Between 2015 and 2020, there is an increasing and decreasing trend in the number of employees.

Table 1 / Таблица 1

Main indicators of health services / Основные показатели здравоохранения

Name	2015	2020
The number of doctors, people	346	323
The number of secondary medical workers, people	1142	1179
Number of hospitals	8	3
The number of hospital beds	672	724
The number of treatment facilities providing ambulatory polyclinic assistance to the population	22	20
Capacity of outpatient polyclinic institutions (number of arrivals in the queue)	2274	1706
Per 10,000 of the population		
Doctors	18.9	17.1
Paramedics	62.5	62.3
Hospital beds	36.8	38.3
(number of arrivals in the queue)	124.5	90.2

Source: ARSSC. Socio-economic development of regions. The statistical compilation, 2021. 728 p.

There are a number of educational institutions in the Shaki region, including the Shaki branch of Azerbaijan State Pedagogical University, 2 colleges (Shaki State Regional College and Medical College), Shaki State Vocational Training Centers, 62 pre-school and 92 general education, 61 libraries, 53 cultural development clubs, and 8 museums[1].

A number of measures have been taken in the direction of improving telecommunication services. Thus, the number of post offices, which was equal to 36 in 2015, increased to 38 in 2021 and the number of ATSs has increased from 38 to 40, respectively[2]. The volume of telecommunication services was 1670.1 thousand manats in 2015, and in 2021 it increased by 33% to 2483,4 thousand manats.

The public transport system is built to cover all surrounding areas of the district. However, since the vehicles used are mainly old minibusses and the lack of other means of transport (train, subway, and trolleybus) is one of the main shortcomings of public transport.

Shaki district is one of the main tourist centers of the country. The main tourist centers of the region are historical and cultural monuments (Shaki Khan Palace complex included in the UNESCO Heritage, Albanian churches), equestrian and hunting centers, the Olympic sports center, and the Khan steppe. Along with all this, it is considered one of the main tourist areas in the natural landscape and camping areas.

Table 2 / Таблица 2

Regional development index of economic regions/ Индекс регионального развития экономических районов

Economic regions	The area is a thd sq. km	Population, thd people	GDP million manats	Regional Development Index
Baku	2,14	2303,1	70443,7	100,3
Nakhchivan Ottoman Republic	5,50	463,0	3814,6	7,6
Absheron-Khizi	3,73	579,9	6153,0	13,2
Mauntain Shirvan	6,13	326,8	967,6	2,2
Ganja-Dashkasan	5,27	612,1	2282,4	4,0
Garabagh	8,99	907,9	2816,8	3,1
Gazakh-Tovuz	7,03	690,6	2412,2	3,5
Guba-Xachmaz	6,96	561,8	2140,4	3,4
Lankaran-Astara	6,07	959,4	1989,7	2,6
Markazi Aran	6,69	743,2	2453,3	3,5
Mil-Mughan	5,67	526,4	1952,5	3,6
Shaki-Zagatala	8,84	632,9	1801,7	2,4
Eastern Zangazur	7,47	345,0	964,2	1,9
Shirvan-Salyan	6,08	504,3	2166,6	3,9

Source: Prepared based on the statistical report ARSSC. Regions of Azerbaijan. Baku (2022) using the Lopatnikov method by author

[1] ARSSC. Socio-economic development of regions. The statistical compilation, 2021. 728 p.
[2] In the same place.

For the first time, the indicators of the index of territorial development were calculated and fully analyzed for the Shaki-Zagatala economic region and the administrative units by using D. L. Lopatnikov's [9] index of regional economic development (Table 2).

The following mathematical dependence of D. L. Lopatnikov was used to calculate the index:

$$I = 0.1 * \sqrt{\frac{V^2}{N * S}}$$

Here:

V – the value of the gross domestic product of the region mln manat;

N – the population of the region is one thousand people;

S – the total area of the region is thousand km^2.

The analysis carried out (Table 3) shows that despite the existing social infrastructure development and the measures implemented within the framework of the State programs, the territorial development index of the Shaki district is equal to 2,5. This indicator lags behind several districts in the region, including Zagatala, Gabala, and Balakan. However, the indicators are relative in nature and vary accordingly according to the population of the region and the total value of GDP.

The highest index in the Shaki Zagatala economic region belongs to the Gabala district, but when a general analysis is carried out for the region, the territorial development index is generally equal to 2,5, which is quite low compared to other regions and shares the last ones (Table 2). The analysis indicators of the territorial development index show that the social infrastructure areas of the region are not developed at the required level, which is also considered one of the main factors that slow down the use of the potential of other areas in the Shaki district.

As a result of research **t**he development and current state of social infrastructure in the Sheki region are not at the required level. The main example of this can be seen more clearly in the sphere of communal services. Thus, the provision of heating,

Table 3 / Таблица 3

Territorial development index for Shaki Zagatala economic district / Индекс территориального развития Шеки-Загатальского экономического района

Name	The area is a thd sq. km	Population, thd people	GDP million manats	Territorial Development Index
Shaki-Zagatala economic region	8,84	630,4	1970,1	2,4
Balakan	0,94	99,6	297,4	3,1
Gakh	1,49	57,5	140,4	1,5
Gabala	1,55	108,7	448,1	3,5
Oghuz	1,08	45,0	111,9	1,6
Shaki	2,43	189,1	541,4	2,5
Zagatala	1,35	130,5	430,9	3,2

Source: Prepared based on statistical data by the author

drinking water supply, and sewage services to the population is either very low or cannot be fully provided. Although all this is included in the State programs adopted every five years.

At the same time, there are some deficiencies in the service sector, and although the population can use these services, the use rate is quite low. For example, we can show services that are used online. The population of the district knows that this level of service exists, but they are not interested in using it. The reason for this is summarized as follows: *Lack of trust* in online government services: People are interested in resolving the issue by going to that government institution to benefit from the service; *Ease of use*: Although the service seems easy to use, it takes a long time to take into account and solve complaints in case of problems; *Ignorance:* In most cases, people do not know about the existence of such services

Conclusion

Research shows that although the State programs and measures are implemented in the Shaki region, social infrastructure development is not at the desired level. However, the social infrastructure and its separate areas of water supply, gas supply, and sewage systems in the researched area and villages are not comprehensively provided.

The regional development index reveals that Shaki district ranks 4th in Shaki Zagatala economic region. According to the conducted research, the volume of the measures taken in the direction of the region's development is mostly concentrated in recent times in Gabala, Zagatala, and Gakh regions. As a result, it was determined that the Shaki region's function of preventing migration in the region, as well as its role as an economic center, has decreased, and the region has transitioned from monocentric to polycentric.

REFERENCES

1. Amin A. The good city. In: *Urban Studies*, 2006, no. 43, pp. 1009–1023.
2. Afandiyev V. A. *Urbanization and urban settlements in Azerbaijan*. Baku, Baku University, 2002. 395 p.
3. Buzmakova M. V. Social infrastructure – a key factor of increasing the national economy efficiency. In: *Bulletin of the Nizhny Novgorod University after N. I. Lobachevsky*, 2010, no. 3, pp. 420–427.
4. Fraser T., Cherdchaiyapong N., Tekle W., Thomas E., et al. Trust but verify: Validating new measures for mapping social infrastructure in cities. In: *SSRN Electronic Journal*, 2022. DOI:10.2139/ssrn.4065162
5. Gilmour T., Wiesel I., Pinnegar S., Loosemore M. Social Infrastructure Partnerships: a Firm Rock in a Storm? In: *Journal of Financial Management of Property and Construction*, 2010, no. 15, pp. 247–259.
6. Ismayilova E. A. Historical and Cultural Resources of the Ganja-Gazakh Economic-Geographical Region and Their Usage Expedients. In: *Geographical Environment and Living Systems*, 2022, no. 3, pp. 120–132.
7. Klinenberg E. *Palaces for the people: How social infrastructure can help fight inequality, polarization, and the decline of civic life*. London, Penguin, 2019. 304 p.
8. Krylov P. M., Michigami M., Semina I. A., Sidorov V. P., Felichkina 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.

9. Lopatnikov D. L., Esterov A. I. Possibilities of using the index of economic development of the territory in a comparative economic and geographical analysis. In: *Izvestia of the Russian Academy of Sciences. Series: Geographica*, 1997, no. 1, pp. 85–88.
10. Latham A, Layton J. Social infrastructure and the public life of cities: Studying urban sociality and public spaces. In: *Geography Compass,* 2019. DOI: 10.1111/gec3.12444
11. Pashayev N. A., Agakishiyeva G. R. Industry of the Sheki-Zagatala economic geographic region. In: *Geography of the Republic of Azerbaijan, Regional Geography. Vol. III.* Baku, 2015. 400 p.
12. Pashayev N. A, Artunov N. B. Industrial areas of Sheki region and its territorial organization. In: *Geography and Natural Resources*, 2020, no. 1, pp. 49–53.
13. Strashnova Y. Social infrastructure importance for modern city and the ways of its urban development. In: *E3S Web of Conferences*, 2022, vol. 363, p. 12.

ЛИТЕРАТУРА

1. Amin A. The good city // Urban Studies. 2006. № 43. P. 1009–1023.
2. Afandiyev V. A. Urbanization and urban settlements in Azerbaijan. Baku, Baku University, 2002. 395 p.
3. Бузмакова М. В. Социальная инфраструктура важнейший фактор повышения эффективности национальной экономики // Вестник Нижегородского университета имени Н. И. Лобачевского. 2010. № 3. С. 420–427.
4. Trust but verify: Validating new measures for mapping social infrastructure in cities / T. Fraser, N. Cherdchaiyapong, W. Tekle, E. Thomas, et al. // SSRN Electronic Journal. 2022. DOI:10.2139/ssrn.4065162
5. Social Infrastructure Partnerships: a Firm Rock in a Storm? / T. Gilmour, I. Wiesel, S. Pinnegar, M. Loosemore // Journal of Financial Management of Property and Construction. 2010. № 15. P. 247–259.
6. Ismayilova E. A. Historical and Cultural Resources of the Ganja-Gazakh Economic-Geographical Region and Their Usage Expedients // Географическая среда и живые системы. 2022. № 3. С. 120–132.
7. Klinenberg E. Palaces for the people: How social infrastructure can help fight inequality, polarization, and the decline of civic life. London, Penguin, 2019. 304 p.
8. 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.
9. Лопатников Д. Л., Эстеров А. И. Возможности использования индекса экономического развития территории в сравнительном экономико-географическом анализе // Известия Российской академии наук. Серия: Географическая. 1997. № 1. С. 85–88.
10. Latham A, Layton J. Social infrastructure and the public life of cities: Studying urban sociality and public spaces. In: *Geography Compass,* 2019. DOI: 10.1111/gec3.12444
11. Paşayev N. A, Ağakişiyeva G. R. Şəki-Zaqatala iqtisadi coğrafi rayonunun sənayesiю // Azərbaycan Respublikasının coğrafiyası, Regional coğrafiya. III cild. Bakı, 2015. 400 s.
12. Пашаев Н. А, Артунов Н. Б. Промышленные районы Шекинского района и его территориальная организация // География и природные ресурсы. 2020. № 1. С. 49–53.
13. Strashnova Y. Social infrastructure importance for modern city and the ways of its urban development // E3S Web of Conferences. 2022. Vol. 363. P. 12.

INFORMATION ABOUT THE AUTHOR

Nofel Bunyami Artunov – Postgraduate student, Researcher at the Department of political and economic geography of Azerbaijan, Institute of Geography named after Academician Hasan Aliyev, Azerbaijan National Academy of Sciences;
e-mail: nofel.ertunov@gmail.com

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРЕ

Артунов Нофел Буньями – аспирант, научный сотрудник отдела политической и экономической географии Азербайджана Института географии имени академика Г. Алиева, Национальная академия наук Азербайджана;
e-mail: nofel.ertunov@gmail.com

FOR CITATION

Artunov N. The current situation of social infrastructure and its territorial planning in the Shaki district (Azerbaijan). In: *Geographical Environment and Living Systems*, 2023, no. 3, pp. 163–174.
DOI: 10.18384/2712-7621-2023-3-163-174

ПРАВИЛЬНАЯ ССЫЛКА НА СТАТЬЮ

Артунов Н. Современное состояние социальной инфраструктуры и её территориальная планировка в Шекинском районе (Азербайджан) // Географическая среда и живые системы. 2023. № 3. С. 163–174.
DOI: 10.18384/2712-7621-2023-3-163-174

ПРИГЛАШЕНИЕ К ДИСКУССИИ: ПРИРОДНО-РЕСУРСНЫЕ ВОПРОСЫ

УДК 913.55.62.624.327
DOI: 10.18384/2712-7621-2023-3-175-185

О ЗАРУБЕЖНЫХ ПУБЛИКАЦИЯХ В ОТНОШЕНИИ МОНЕТАРНЫХ ОЦЕНОК ОБЪЁМОВ МИНЕРАЛЬНЫХ РЕСУРСОВ НА ОСВОБОЖДАЕМЫХ ТЕРРИТОРИЯХ СЕВЕРНОГО ПРИЧЕРНОМОРЬЯ

Якуцени С. П.

Российский государственный геологоразведочный университет имени Серго Орджоникидзе, 117997, г. Москва, ул. Миклухо-Маклая, д. 23, Российская Федерация;
e-mail: spyakutseni@gmail.com

Поступила в редакцию 31.01.2023
После доработки 29.08.2023
Принята к публикации 05.09.2023

Аннотация.
Цель. Анализ объективности и компетентности зарубежных исследователей в оценке запасов и ресурсов полезных ископаемых на освобождённых территориях Российской Федерации, выраженных в т. ч. в денежном выражении.
Процедура и методы. Проанализированы публикации в западных СМИ, обсуждение этих публикаций на российских информационных порталах, российские и иностранные энциклопедические онлайн-издания, а также архивные материалы периода восстановления Донбасса.
Результаты. Приведённый перечень месторождений минерального сырья не соответствует реальным цифрам, отражённым как в государственном балансе минеральных ресурсов Украины, так и более ранним сведениям по УССР в составе СССР. В открытых зарубежных источниках по углю Северного Причерноморья не учитываются работы, необходимые для восстановления уровня добычи минерального сырья и его первичной переработки до уровня 2014 г. Публикации показывают отсутствие профессиональной компетенции рецензируемых статей, в т. ч. в «Encyclopædia Britannica».
Теоретическая и/или практическая значимость. Данное аналитическое исследование показывает уровень некомпетентности и предвзятости зарубежных исследователей в оценке запасов и ресурсов полезных ископаемых, одновременно раскрывая реальные фактические данные по недропользованию и монетарной оценке объёмов минеральных ресурсов на освобождаемых территориях Северного Причерноморья.

© CC BY Якуцени С. П., 2023.

Ключевые слова: «The Washington Post» (WP), «РосБизнесКонсалтинг», украинские месторождения, «SecDev», Донбасс, уголь, литий, «Encyclopædia Britannica», минеральные ресурсы, мультикультурализм, Великая Отечественная война, Нюренбергский процесс, восстановление шахт

ON FOREIGN PUBLICATIONS REGARDING MONETARY ESTIMATES OF MINERAL RESOURCES IN THE LIBERATED TERRITORIES OF THE NORTHERN BLACK SEA REGION

S. Yakutseny

Russian State Geological Prospecting University named after Sergo Ordzhonikidze, ul. Mikluho-Maklaya 23, Moscow 117997, Russian Federation; e-mail: spyakutseni@gmail.com

Received 31.01.2023
Revised 29.08.2023
Accepted 05.09.2023

Abstract

Aim. Analysis of the objectivity and competence of assessments by foreign researchers of reserves and resources of minerals in the liberated territories of the Russian Federation, expressed, including in monetary terms.

Methodology. Publications in Western media, discussion of these publications on Russian information portals, Russian and foreign encyclopedic online publications, as well as archival materials from the period of restoration of Donbass were analyzed.

Results. The given list of deposits of mineral raw materials does not correspond to the real figures reflected both in the state balance of mineral resources of Ukraine and earlier information on the Ukrainian SSR as part of the USSR. Open foreign sources on coal in the Northern Black Sea region do not take into account the work necessary to restore the level of extraction of mineral raw materials and its primary processing to the level of 2014. Publications show the lack of professional competence of peer-reviewed articles, including those in the Encyclopædia Britannica.

Research implications. This analytical study shows the level of incompetence and bias of foreign researchers in assessing mineral reserves and resources, while simultaneously revealing real factual data on subsoil use and monetary assessment of the volume of mineral resources in the liberated territories of the Northern Black Sea region.

Keywords: The “Washington Post” (WP), “RosBusinessConsulting”, Ukrainian deposits, “SecDev”, Donbass, coal, lithium, “Encyclopædia Britannica”, mineral resources, multiculturalism, The Great Patriotic War, the Nuremberg Trials, mine restoration

Введение

Зарубежные масс-медиа публикуют оценку объёмов полезных ископаемых в денежном выражении на освобождённых территориях Российской Федерации. «РосБизнесКонсалтинг» через свой медиа-ресурс[1] «The Washington Post» (WP) от 10 августа

[1] WP узнала об украинских месторождениях на $12,4 трлн под контролем России // RBC: [сайт]. URL: https://www.rbc.ru/rbcfreenews/62f5bcbb9a794711c1e375f6?utm_source=telegram&utm_medium=messenger (дата обращения: 26.01.2023).

2022 г. транслирует: «In the Ukraine war, a battle for the nation's mineral and energy wealth»[1]: «….*В военной операции Москва взяла под свой контроль месторождения полезных ископаемых на Украине, оцениваемые на $12,4 трлн – пишет "The Washington Post" со ссылкой на анализ, проведённый для газеты канадской фирмой по геополитическим рискам "SecDev". Речь идёт о месторождениях, находящихся на подконтрольных России территориях Украины. По данным аналитиков "SecDev", под контролем России теперь находятся 41 месторождение угля, 27 месторождений природного газа, 14 месторождений пропана, 9 месторождений нефти, 6 месторождений железной руды, а также месторождения титановой руды, циркониевой руды, стронция, лития, урана, золота и крупный карьер по добыче известняка. На этих месторождениях, как уточняет газета, находятся 63% залежей угля, 42% залежей металлов, 33% месторождений редкоземельных элементов, 20% месторождений природного газа, 11% месторождений нефти. Некоторая часть этих ресурсов отошла России ещё после присоединения Крыма, – отмечает "WP"*».

Настало время оценить объективность представленных материалов и провести собственную оценку. Ключевые тезисы, перечисленные в исходной статье:

1. Россия конфисковала: 41 месторождение угля, 27 – природного газа, 14 – пропана, 9 – нефти, 6 –железной руды, 2 – титановой руды, 2 – циркониевой руды, 1 – стронция, 1 – лития, 1 – урана, 1 – золота и крупный карьер по добыче известняка, который ранее использовался для производства стали в Украине;

2. если Европа не сможет быстро диверсифицировать источники нефти и газа, она останется в сильной зависимости от российских углеводородов;

3. самая большая угроза будущему Украины. Во время российского вторжения в 2014 г., в результате которого Украина потеряла около 7% своей суши, были утрачены важные западные инвестиции в энергетический и горнодобывающий секторы;

4. польско-украинская инвестиционная компания «Millstone & Co» заключила сделку на 2021 г. с австралийской горнодобывающей компанией на активную разведку 2 нетронутых месторождений лития. С началом войны компании заморозили эти планы. Первоначальные планы по строительству завода по производству литиевых батарей также были отложены;

5. около 30 млрд тонн месторождений каменного угля оценивается в 11,9 трлн долларов;

6. стоимость восстановления экономики в целом превышает 750 млрд долларов;

7. частные компании не станут инвестировать в остальную часть Украины, если это превратится в замороженный конфликт.

Анализ для «WP» выполнен канадской фирмой по геополитическим рискам «SecDev» (небольшая компания, расположенная в Канаде).

Компания не раскрывает состав руководства, качество и количество экспертов. На сайте приведены стандартные словосочетания: «*это больше,*

[1] In the Ukraine war, a battle for the nation's mineral and energy wealth // The Washington Post: [сайт]. URL: https://www.washingtonpost.com/world/2022/08/10/ukraine-russia-energy-mineral-wealth/ (дата обращения: 26.01.2023).

чем работа, это приключение. Мы преданная полидисциплинарная команда, которая празднует разнообразие и мультикультурализм. Мы гибридная организация, которая верит в баланс между работой и личной жизнью и обучением на протяжении всей жизни. SecDev со штаб-квартирой в Оттаве работает по всему миру и активно поощряет членов нашей команды работать в разных дисциплинах. Путешествия и участие – вот что делает нас эффективными в решении сложных задач наших клиентов»[1].

Искажения и реальные факты

Как показал наш анализ опубликованных данных, перечень месторождений минерального сырья не соответствует реальным цифрам, отражённым как в государственном балансе минеральных ресурсов Украины, так и более ранним сведениям по УССР. Значительная часть оценок запасов и ресурсов минерального сырья демонстрирует отсутствие профессиональной компетенции.

Необходимо отметить и искажение информации при переводе и цитировании статьи «WP»: «*“WP” узнала об украинских месторождениях на $12,4 трлн под контролем России*»[2] – ложна. В оригинале статьи «WP»: «*По оценкам SecDev, около 30 млрд тонн месторождений каменного угля оценивается в 11,9 трлн долларов*».

Таким образом, сведения о минерально-сырьевых запасах и ресурсах Северного Причерноморья, публикуемые «WP» и транслируемые на «RBC», не соответствуют реальным данным и имеют единственное значение, продемонстрировать гражданам стран блока НАТО, что происходит очередное изъятие их современных колониальных активов. На внутреннее медийное пространство США и стран Западной Европы многократно транслируется тезис, что Россия – единственная угроза энергетической безопасности Запада. С какими целями в этой компании участвует московская медийная группа – остаётся только догадываться.

Попробуем оценить минеральные ресурсы Донбасса исходя из доступных авторам статьи в «WP» зарубежных источников. Статья Британской энциклопедии[3] не содержит актуальной информации о минеральных ресурсах и промышленности Донбасса, является сугубо политическим материалом, что вызывает глубокое сожаление. К данным статьи «Ресурсы и энергетика»[4] замечания те же.

Теперь о цифрах, реально волнующих русское и украинское общество. «*Киев затопил практически все шахты на ранее подконтрольных ему территориях Луганской Народной Республики, – сообщил на встрече с иностранными журналистами глава ЛНР Леонид Пасечник. “На освобождённых территориях шахты, которые действовали*

[1] SecDev [Электронный ресурс]. URL: https://digital.secdev.com/careers (дата обращени: 26.01.2023).

[2] WP узнала об украинских месторождениях на $12,4 трлн под контролем России // RBC: [сайт]. URL: https://www.rbc.ru/rbcfreenews/62f5bcbb9a794711c1e375f6?utm_source=telegram&utm_medium=messenger (дата обращения: 26.01.2023).

[3] Минеральные ресурсы и промышленность Донбасса // Encyclopædia Britannic: [сайт]. URL: https://www.britannica.com/place/Donbas (дата обращения: 26.01.2023).

[4] Ресурсы и энергетика // Encyclopædia Britannic: [сайт]. URL: https://www.britannica.com/place/Ukraine/Resources-and-power (дата обращения: 26.01.2023).

(до 2014 г.), – "Золотое", "Горское" – … практически все затоплены. Причём затоплены они уже выше точки невозврата. Даже если мы сейчас начнём откачивать воду, запустить эти шахты у нас практически возможности не будет", – пояснил Пасечник»[1]. Необходимо заметить, Леонид Иванович недооценивает современные возможности по восстановлению затопленных и разрушенных шахт, в т. ч. и необходимость такой работы для восстановления качества подземного питьевого и технического водоснабжения региона.

Используем метод аналогии: восстановление Донецкого бассейна, Великая Отечественная война. Согласно директивам и приказам военного командования германского вермахта в 1941–1943 гг. затоплению подверглись почти все шахты, полностью были уничтожены поверхностные сооружения шахт, разрушены стволы и горные выработки: «*весь Донецкий бассейн восточнее позиций "Черепахи" должен быть эвакуирован в хозяйственном отношении и полностью разрушен*»[1] (рис. 1–3).

[1] Киев затопил шахты на ранее подконтрольных ему территориях ЛНР // РИА Новости: [сайт]. URL: https://ria.ru/20220809/shakhty-1808466382.html (дата обращения: 26.01.2023).

Рис. 1 / Fig. 1. Разрушенная шахта им. П. Войкова. Одна из старейших и продуктивных шахт Донбасса / Destroyed mine named after P. Voikov. One of the oldest and productive mines in Donbass

Источник: Свердловск и Свердловский район в годы Великой Отечественной войны // Министерство культуры, спорта и молодёжи ЛНР: [сайт]. URL: https://mk.lpr-reg.ru/sverdlovsk.html (дата обращения: 26.01.2023)

[1] Собрание сообщений Чрезвычайной государственной комиссии о злодеяниях немецко-фашистских захватчиков. М.: Госполитиздат, 1946. С. 79.

[2] Нюрнбергский процесс. Сборник материалов. Т. 1. М.: Госюриздат. 1955. С. 778.

Рис. 2 / Fig. 2. Взорванная шахта. 1942 г. Надпись на обороте: "Gorlowka 1942 von den Russen gesprengtes Bergwerk" / Blown up mine. 1942 Inscription on the back: "Gorlowka 1942 von den Russen gesprengtes Bergwerk"

Источник: Международный интернет-аукцион E-bay [Электронный ресурс]. URL: https://www.ebay.de/sch/i.html?_from=R40&_trksid=p4432023.m570.l1313&_nkw=gorlovka+1942+von+den+russen+gesprengte+bergwerk+&_sacat=0 (дата обращения: 30.09.2017) (Лот продан и удалён)

Рис. 3 / Fig. 3. Разрушенная шахта «Кочегарка» в городе Горловке. РИА Новости / Destroyed mine "Kochegarka" in the city of Gorlovka. RIA Novosti

Источник: Пятьдесят стахановских лет: статьи, воспоминания, очерки, интервью, хроника / сост. Н. Н. Крамской, А. Ф. Фенченко. Донецк: Донбасс, 1985. 201 с.

Секретная инструкция хозяйственного руководства южной группы немецко-фашистских армий от 2 сентября 1943 г. обязывала армейских командиров и руководителей хозяйственных команд полностью разрушать промышленные предприятия: «*Разрушения следует произвести не в последний момент, когда войска будут уже вести бой или отступать, а заблаговременно*»[2]. В технических инструкциях указывалось, какие именно цеха предприятий следует разрушать в первую очередь и какие наиболее эффективные методы разрушения должны применяться. Инструкции были детализованы с учётом особенностей технологии и специфики каждой отрасли промышленности и типа сооружений. Наиболее тщательно уничтожалась энергетика: разрушались здания электростанций, электрооборудование, электросети, подстанции на предприятиях. На шахтах стремились нанести как можно больше вреда стволам, т. к. восстановление их можно проводить лишь узким фронтом и требует много времени. На металлургических предприятиях разрушались основные агрегаты. Домны взрывались. Кожухи печей уничтожались в самом ответственном месте, в фурменной зоне; подрывались опорные колонны. Так был разрушен доменный цех Макеевского завода [3]. В мартеновских цехах подрывались колонны крайнего или печного ряда, что приводило к обвалу печей. На многих заводах на сооружения обрушивались высокие дымовые трубы, каждая весом в сотни тонн. На Ново-Краматорском заводе тяжёлого машиностроения на цеха были обрушены все 12 гигантских труб, каждая весом от 250 до 280 тонн[1]. Тысячи промышленных и жилых зданий были преданы огню. Дерево сгорало, а металлические конструкции деформировались. К моменту освобождения в Донбассе не работала ни одна электростанция; ни одна домна, ни один мартен не плавили металл. В сентябре 1943 г. суточная добыча угля в Сталинской области составляла 0,6% довоенной[2]. Согласно всем действующим на тот момент инструктивным документам, запасы Донецкого угольного бассейна переходили в категорию ресурсов, т. к. рентабельность их добычи и инфраструктура недропользования были уничтожены[3].

Работы по восстановлению промышленности начались в частично освобождённых районах Донбасса ещё в феврале 1943 г. Нацисты находились в 16 км от Ворошиловграда (Луганск) и свыше полугода обстреливали город из дальнобойных орудий, подвергали его бомбардировке с воздуха. На шахтах Краснодонского, Свердловского, Ровеньковского, Успенского, Боково-Антрацитовского районов горняки работали под артиллерийским и минометным огнём. Так, с марта по август 1943 г. в освобождённой части

[1] Вторая жизнь Крамоторского гиганта // Труд. 1944. 3 июня. С. 3.

[2] Шахтёрская доблесть // Труд. 1944. 17 мая. С. 3.

[3] Подсчёт запасов твёрдых полезных ископаемых. II. Инструкция к классификации запасов твёрдых полезных ископаемых / отв. Ред. Б. Кругляков. М.; Л.: Геол. изд-во, 1931. 66 с.; Курс разведочного дела. Часть I. Геологоразведочные операции и стадии разведки / С. В. Кумпан, В. П. Гуцевич, В. С. Домарев и др. Л., 1934. 329 с.

Донбасса было добыто 1 000 873 тонн угля[1].

С начала сентября 1943 г. развернулись восстановительные работы. Планы разрабатывались с 1942 г., когда бассейн был занят нацистами. В самом начале 1943 г. Наркомат угольной промышленности по заданию ЦК партии созвал совещание на Урале для обсуждения основных проблем восстановления шахт. После освобождения Донбасса все шахты бассейна были обследованы. На основе полученных данных был составлен план их восстановления. Разработаны были и основные направления восстановления других отраслей тяжёлой промышленности. 22 февраля 1943 г. было принято постановление ГКО «О восстановлении угольных шахт Донбасса». 26 октября 1943 г. ГКО вынес решение «О первоочерёдных мероприятиях по восстановлению угольной промышленности Донецкого бассейна» и утвердил планы восстановления энергетики, чёрной металлургии, машиностроения, химической промышленности Донбасса [5]. Из восстанавливаемых шахт необходимо было откачать 623 млн м^3 (с учётом постоянного притока) [1, с. 46].

Как результат: к маю 1945 г. Донецкий угольный бассейн стал давать угля больше, чем в 1940 г. С 1943 по 1948 гг. (1949) из шахт было откачано 620 млн м^3 воды. Построены и восстановлены все шахтные копры. Восстановлена старейшая шахта Донбасса «Кочегарка» (рис. 3), введено в действие 1300 км горных выработок, 1600 км поъездных путей к шахтам. Добыча на самых опасных участках разработки угля: зарубка, отбойка и доставка угля – механизирована. К 1950 г. полностью обеспечена механизация подземного транспорта и погрузка угля в железнодорожные вагоны.

Сегодняшнее состояние горной промышленности и отечественные производственные мощности, современные технические решения, при наличии политической воли и конструктивных управленческих решениях позволяют восстановить добычу Донецкого угольного бассейна в сроки 1,5–3 лет с учётом разминирования и других процессов ликвидации последствий военных действий.

Чтобы оценить стоимость восстановления угледобычи Донбасса приведём ряд цифр. Бюджет СССР 1940 г. был сведён с профицитом. Доходы составили 180,2 млрд руб., расходы – 174,4 млрд руб. Ущерб, причинённый Донбассу, составил в ценах 1940 г. – 25 млрд руб., т. е. 4 195 тонн золота 999 пробы. В 1940 г. золотой запас СССР составлял 2 800 тонн. Запасы монетарного золота в международных резервах РФ на 1 августа 2023 г. –2 329,65 тонн. Эти цифры не ответят на конкретный вопрос о сумме ущерба, нанесённой Донбассу украинской стороной, но позволяют оценить порядок ущерба. Оценка минерально-сырьевых активов, особенно с точки зрения гармонизации российской и зарубежной практики – сложнейшая задача, хотя и решаемая отечественными специалистами, что хорошо показано в работах Санкт-Петербургского горного института [2] и в трудах специалистов, непосредственно работающих на предприятиях угольной промышленности [4].

[1] Центральный архив Министерства угольной промышленности СССР, ф. секретариата Наркомата угольной промышленности. Св. 5. Д. 23.

Необходимость и рациональность восстановления шахт и добычи угля Донецкого угольного бассейна диктует не только необходимость приведения в соответствие источников подземного водоснабжения, в т. ч. исключения сброса шахтных вод в нижележащие подземные горизонты, до 2014 г. из шахт региона выкачивали около 800 млн м^3 воды в год; но и обеспеченность бассейна значительными запасами высококачественного угля.

По состоянию на 1 января 2014 г. суммарные запасы угля до глубины 1 800 м составляют 140,8 млрд тонн, из них отвечающих требованиям по мощности пластов и зольности – 108,5 млрд тонн. Разведанные и разрабатываемые запасы угля составляют 57,5 млрд тонн, в перспективе заложено освоить ещё 18,3 млрд тонн. В угленосной толще земли располагаются до 300 пластов мощностью от 0,6 до 1,2 м, иногда толщина пласта может составлять 2,5 м. Пласты и прослои угля располагаются в среднем на расстоянии 20–40 м друг от друга. Усреднённая теплота сгорания донбасского угля составляет 21,2–26,1 МДж/кг. Распределение геологических запасов угля Донецкого угольного бассейна по качественным характеристикам:

– антрациты – 30,3%. По теплотворности и другим характеристикам донбасский антрацит является лучшим в мире. Основная территория добычи антрацита – юго-восток Донецкой области;
– газовые угли – 28%. Территория добычи: север; запад Донецкой области, Краснодонский район Луганской области;
– спекающиеся угли – 25%. Залежи известны по всей территории Донбасса.

Если исходить из сложившегося к 2014 г. уровня добычи, чуть более 120 млн т/год, то имевшиеся угледобывающие предприятия бассейна были бы обеспечены сырьём на 60 и более лет. Такая обеспеченность высококачественным углём делает необходимым скорейшее восстановление угольных промыслов Донбасса.

Заключение

По данным Государственной комиссии Украины по запасам полезных ископаемых (ГКЗ Украины), на 1 января 2014 г. суммарные запасы угля до глубины 1 800 м составляют 140,8 млрд тонн, из них отвечающих требованиям по мощности пластов и зольности 108,5 млрд тонн. Таким образом, не существует «30 млрд тонн месторождений каменного угля» оцениваемых, по мнению зарубежных аналитиков, «в 11,9 трлн долларов».

Разведанные и разрабатываемые запасы угля на 2014 г. составляли 57,5 млрд тонн (ГКЗ Украины). Не менее фантазийный характер имеют цифры до другим видам минерального сырья, их ресурсам и запасам.

Кроме того, в открытых зарубежных источниках по углю Северного Причерноморья не учитываются работы, необходимые для восстановления уровня добычи минерального сырья и его первичной переработки до уровня 2014 г. По нашим оценкам, стоимость такого рода работ составит не менее 247–250 млн долларов США.

Наше понимание метода исчисления консалтинговой компанией «SecDev» объёма минеральных ре-

сурсов в долларах США на освобождённых территориях представляется следующим: из открытых публикаций взят справочный материал по государственным запасам полезных ископаемых на начало 2000-х гг. без учёта категорийности запасов и ресурсов и учёта расходов, необходимых для восстановления предприятий, запуска производства, выхода на плановую мощность и показатели прибыли, умножен на биржевую стоимость минерального сырья.

Компанией «SecDev» игнорировались издержки технологий добычи, включая степень извлечения полезного ископаемого. Изданиями, цитировавшими «SecDev», не была проведена проверка достоверности представленных данных.

ЛИТЕРАТУРА

1. Зворыкин А. А. Очерки по истории советской горной техники. М.: Изд-во АН СССР, 1951. 540 с.
2. Козлов А. В., Степанов В. А., Кобряков Д. В. Концептуальные аспекты сопоставления российской и зарубежных систем оценки минерально-сырьевых активов недр // Записки Горного института. 2011. Т. 191. С. 52–59.
3. Нюрнбергский процесс. Т. 1 / сост. Г. Н. Александров, Д. С. Карев, М. Ю. Рагинский. М.: Госюриздат, 1955. 1156 с.
4. Рогова Т.Б., Шаклеин С.В. Достоверность запасов угольных месторождений. Количественная оценка и мониторинг. LAP Lambert Academic Publishing GmbH&Co, 2011. 508 с.
5. Хавин А. Ф. Восстановление промышленности Донбасса в период Великой Отечественной войны // Вопросы истории. 1956. № 5. С. 116–126.

REFERENCES

1. Zvorykin A. A. *Ocherki po istorii sovetskoy gornoy tekhniki* [Essays on the history of Soviet mining technology]. Moscow, Izd-vo AN SSSR Publ., 1951. 540 p.
2. Kozlov A. V., Stepanov V. A., Kobryakov D. V. [Conceptual aspects of comparison of Russian and foreign systems for assessing mineral assets of subsoil]. In: *Zapiski Gornogo instituta* [Notes of the Mining Institute], 2011, vol. 191, pp. 52–59.
3. Alexandrov G. N., Karev D. S., Raginsky M. Yu., eds. *Nyurnbergskiy protsess. T. 1* [Nuremberg trials. Vol. 1]. Moscow, Gosyurizdat Publ., 1955. 1156 p.
4. Rogova T. B., Shaklein S. V. *Dostovernost' zapasov ugol'nykh mestrozhdeniy. Kolichestvennaya otsenka i monitoring* [Reliability of coal deposit reserves. Quantification and monitoring]. LAP Lambert Academic Publishing GmbH&Co, 2011. 508 pp.
5. Khavin A. F. [Restoration of Donbass industry during the Great Patriotic War]. In: *Voprosy istorii* [Questions of history], 1956, no. 5, pp. 116–126.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРЕ

Якуцени Сергей Павлович – кандидат геолого-минералогических наук, генеральный директор ООО «Геолэкспертиза»; начальник управления фундаментальных и прикладных научных исследований, Российский государственный геологоразведочный университет имени Серго Орджоникидзе;
e-mail: spyakutseni@gmail.com

INFORMATION ABOUT THE AUTHOR

Sergey P. Yakutseni – PhD (Geology and Mineralogy), General Director of Geolexpertise, LLC; Departmentally Head, Department of Fundamental and Applied Scientific Research, Russian State Geological Prospecting University named after Sergo Ordzhonikidze;
e-mail: spyakutseni@gmail.com

ПРАВИЛЬНАЯ ССЫЛКА НА СТАТЬЮ

Якуцени С. П. О зарубежных публикациях в отношении монетарных оценок объёмов минеральных ресурсов на освобождаемых территориях Северного Причерноморья // Географическая среда и живые системы. 2023. № 3. С. 175–185.
DOI: 10.18384/2712-7621-2023-3-175-185

FOR CITATION

Yakutseny S. P. On foreign publications regarding monetary estimates of mineral resources in the liberated territories of the Northern Black Sea Region. In*: Geographical Environment and Living Systems*, 2023, no. 3, pp. 175–185.
DOI: 10.18384/2712-7621-2023-3-175-185

БИОИНДИКАЦИЯ СОСТОЯНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

УДК 57.033+58.051+573.6
DOI: 10.18384/2712-7621-2023-3-186-199

ОЦЕНКА ПРИМЕНИМОСТИ ИСКУССТВЕННЫХ ПОЧВОГРУНТОВ ДЛЯ ВЫРАЩИВАНИЯ РАСТЕНИЙ

Дроганова Т. С.[1], Севостьянов М. А.[2], Мазуркевич А. А.[3], Давыдова Е. Д.[4]

[1] *Государственный университет просвещения, 141014, Московская обл., г. Мытищи, ул. Веры Волошиной, д. 24, Российская Федерация; e-mail: tatyanadroganova@gmail.com*

[2] *Всероссийский научно-исследовательский институт фитопатологии, 143050, Московская область, г. Одинцово, р.п. Большие Вязёмы, ул. Институт, д. 5, Российская Федерация; e-mail: cmakp@mail.ru*

[3] *Государственный университет просвещения, 141014, Московская обл., г. Мытищи, ул. Веры Волошиной, д. 24, Российская Федерация; e-mail: timocha3k@gmail.com*

[4] *Государственный университет просвещения, 141014, Московская обл., г. Мытищи, ул. Веры Волошиной, д. 24, Российская Федерация; e-mail: elizaveta.dav@yandex.ru*

Поступила в редакцию 13.12.2022
После доработки 24.03.2023
Принята к публикации 31.05.2023

Аннотация

Цель. Оценка применимости искусственных почвогрунтов для выращивания лекарственных растений.

Процедура и методы. Для выявления применимости почвогрунтов при выращивании лекарственных растений изучались: всхожесть посадочного материала, вегетация, а также биохимические параметры выращенных растений. В качестве субстратов изучены коммерческие почвогрунты: «Grunt ECO», смесь торфяная «Veltorf», почвогрунт для проращивания семян «Substrates Select», в качестве контроля взята нативная почва полевого севооборота, а в качестве индикаторного вида растений – кресс-салат. Основные исследования проведены на различных культурах лекарственных растений.

Результаты. Показаны удовлетворительные результаты при выращивании лекарственных растений, а также кресс-салата, на почвогрунтах «Grunt ECO» и «Substrates Selec». При оценке фитопримениости торфяного почвогрунта «Veltorf» отмечена гибель большого количества исследуемых растений.

© CC BY Дроганова Т. С., Севостьянов М. А., Мазуркевич А. А., Давыдова Е. Д., 2023.

Теоретическая и/или практическая значимость. Изученные почвогрунты являются продуктами промышленной биотехнологической переработки отходов, что определяет целесообразность расширения областей их использования. В настоящем исследовании определена возможность применения почвогрунтов в сравнении с нативной почвой полевого севооборота для выращивания лекарственных растений. Поскольку состав и свойства почвогрунтов существенно зависят от исходных компонентов и технологии ферментирования, то их фитопригодность для разных целей должна изучаться.

Ключевые слова: почвогрунты, фитопригодность, кислая фосфатаза, каталаза, хлорофилл, компостирование, лекарственные растения, всхожесть, биохимические параметры

Благодарности. Исследование выполнено в рамках реализации комплексного проекта по созданию высокотехнологичного производства, предусмотренного постановлением Правительства РФ от 09.04.2010 № 218 по теме «Высокотехнологичное производство грунтов методами инновационной переработки отходов» (Контракт № 075-11-2021-059 от 24 июня 2021 г., идентификатор государственного контракта 000000S407521QL90002).

DETERMINATION OF THE POSSIBILITY OF USING ARTIFICIAL SOILS FOR GROWING PLANTS

T. Droganova[1], M. Sevostyanov[2], A. Mazurkevich1, E. Davydova[1]

[1] *State University of Education, ul. Very Voloshinoi 24, Mytishchi 141014, Moscow Region, Russian Federation; e-mail: tatyanadroganova@gmail.com*

[2] *All-Russian Research Institute of Phytopathology, ul. Institut 5, Bolshiye Vyazyomy, Odintsovo 143050, Moscow Region, Russian Federation; e-mail: cmakp@mail.ru*

[3] *State University of Education, ul. Very Voloshinoi 24, Mytishchi 141014, Moscow Region, Russian Federation; e-mail: timocha3k@gmail.com*

[4] *State University of Education, ul. Very Voloshinoi 24, Mytishchi 141014, Moscow Region, Russian Federation; e-mail: elizaveta.dav@yandex.ru*

Received 13.12.2022
Revised 24.03.2023
Accepted 31.05.2023

Abstract

Aim. To assess the applicability of soils for growing medicinal plants.

Methodology. In order to identify the applicability of potting soil in the cultivation of medicinal plants, the germination of planting material, vegetation, and biochemical parameters of the grown plants were studied. Commercial soils Grunt ECO, Veltorf peat mixture, Substrates Select seed germination soil were studied as substrates, native soil of field crop rotation was taken as a control, and cress was used as an indicator plant species. The main studies were carried out on different medicinal plant cultures.

Results. The possibility of using the studied soils Grunt ECO and Substrates Select for growing medicinal plants, as well as cress, is shown. When evaluating the phytoapplicability of the Veltorf peat soil, the death of some of the studied plants was noted.

Research implications. The studied soils are products of industrial biotechnological processing of wastes, which determines the expediency of expanding the areas of their use. In the present study, the possibility of using soil-soil compared to native soil of field crop rotation for cultivation of medicinal plants was determined. Their composition and properties significantly depend on the initial components and fermentation technology, and their applicability for different purposes should be studied.

Keywords: artificial soils, phytoapplicability, composting, medicinal plants, germination, fertility, biochemical parameters

Acknowledgments. The research was carried out within the framework of implementation of the comprehensive project on creation of high-tech production, stipulated by the Resolution of the Government of the Russian Federation dated 09.04.2010 № 218 on the topic "High-tech production of soils by methods of innovative waste processing" (Contract № 075-11-2021-059 dated 24 June 2021, state contract identifier 000000S407521QL90002).

Введение

В настоящее время существует проблема нехватки плодородного грунта при осуществлении рекультивационных мероприятий техногенно-нарушенных территорий. Для решения данной проблемы можно использовать почвогрунты, произведённые на основе твёрдых бытовых отходов [10]. Кроме того, биотехнологическая аэробная переработка органических отходов позволит отказаться от применения низкоэффективных и неэкологичных предприятий по захоронению и сжиганию отходов, содержащих органические природные вещества. Степень и качество переработки органических отходов биотехнологическими методами определяет возможности использования образующихся компостов в различных направлениях деятельности. Такими направлениями являются: сельское хозяйство, садово-парковое использование и ремедиация техногенно-нарушенных территорий [11]. В любом из этих направлений использования главное условие – это отсутствие фитотоксичности почвогрунтов, которое может проистекать из нарушения технологий аэробного биотехнологического процесса, а также из отсутствия должного контроля на стадии приёма и сортировки исходных компонентов – органических отходов.

Как и любое крупнотоннажное производство, технологии производства искусственных почвогрунтов должны строго контролироваться на всех стадиях процесса, а технологический регламент – постоянно совершенствоваться. Нарушение технологических режимов аэробного биохимического процесса ведёт к появлению в почвогрунтах нехарактерных для почв токсичных и дурнопахнущих примесей, нежелательной микробиоты, что приводит к снижению потребительских качеств готовой продукции.

Настоящая работа посвящена определению применимости почвогрунтов для выращивания растений.

Основными параметрами, характеризующими фитоприменимость, являются параметры всхожести, роста и развития, а также биохимические параметры растений: концентрация хлорофиллов, активность ферментов обменного комплекса, в частности, каталазы, кислой фосфатазы.

Поскольку почвогрунты являются искусственно созданной почвой, не содержащей семян сорных растений и имеющей малую бактериальную обсеменённость, то их можно рассматривать в качестве субстратов для технологичного выращивания лекарственных растений.

Для контроля за ростом и развитием растений на почвогрунтах использованы общепринятые методики [3; 7].

Для оценки фитоприменимости почвогрунтов были выбраны виды растений с различными свойствами и условиями выращивания:

1. ромашка аптечная (*Matricaria chamomilla*) – влаголюбива, произрастает в условиях умеренного климата, высоких требований к плодородию не предъявляет;

2. мята перечная (*Mentha piperita*) – влаголюбивое и светолюбивое растение;

3. тимьян ползучий (*Thymus serpyllum*) произрастает преимущественно в рыхлой почве и в хорошо освещаемом месте;

4. валериана лекарственная (*Valeriana officinalis*) стойка к засухе и заморозкам;

5. кресс-салат[1] (*Lepidium sativum*) предпочитает лёгкие, хорошо аэрируемые почвы; наилучшая всхожесть семян наблюдается на песчаном грунте.

В качестве субстратов[2] использовали:

– питательный почвогрунт «Grunt ECO»;

– смесь торфяная «Veltorf»;

– почвогрунт «Substrates Select»;

– контроль – нативная почва полевого севооборота (Рязанская обл.).

Посадку и выращивание растений проводили в пластиковых емкостях, помещая в них субстраты, высушенные до воздушно-сухого состояния, массой 230 г. В каждую ёмкость с исследуемым почвогрунтом высаживали по 15 семян лекарственных растений (4 вида) или кресс-салата. Предварительно перед посевом семена обрабатывали слабым раствором перманганата калия и подсушивали.

Для прорастания семян ёмкости накрывали плёнкой. Первые 3 дня семена выдерживались в темноте. Начиная с 4 дня, для ускорения прорастания и последующего роста растений использовалась подсветка светодиодными фитолампами LED-T5-9W (продолжительность подсветки: 16 ч.; длина волны красного спектра (пиковое значение) – 650 нм; длина волны синего спектра (пиковое значение) – 450 нм; угол рассеивания света – 270°). В помещении поддерживались: температура 23°С, относительная влажность воздуха 91%. Полив дистиллированной водой производился по мере высыхания субстрата.

За ростом исследуемых объектов наблюдали в течение всего эксперимента и фиксировали все отмеченные изменения.

Среднюю площадь листовой пластины определяли путём сопоставления формы листа с простой геометрической фигурой, поскольку данный метод позволяет провести измерения без отделения листа от растения. Для определения средней площади листовой пластины из каждой группы растений брали 15–20 случайных листьев.

Исследование активности ферментов, содержания хлорофилла и др. проводили с использованием свежего растительного материала.

[1] Взят в качестве тестового объекта [5].

[2] Состав субстратов изучен в работе [9].

Оценка применимости искусственных почвогрунтов для выращивания растений

Аппаратура. Белковые экстракты очищали центрифугированием в рефрижераторной центрифуге «Eppendorf 5417 R», содержание хлорофиллов, активность ферментов (каталазы и кислой фосфатазы), концентрацию белка определяли на спектрофотометре «ThermoScientific».

Реагенты, растворы. Для приготовления растительных экстрактов использовали реактивы: *трис*-HCl буфер (0,05 М, pH 8.5); раствор антиоксиданта, приготовленный растворением 4 г Na_2SO_3 и 3 г $Na_2S_2O_3$ $5H_2O$ в дистиллированной воде в мерной колбе ёмкостью 100 см^3, содержащий 20% сахарозы.

Для определения белка по методу Лоури использовали водные растворы:

– реактив А (состав (г/дм^3) NaOH – 4; Na_2CO_3 – 20); раствор тартрата натрия-калия (20 г/дм^3); раствор сульфата меди (10 г/дм^3 по $CuSO_4 \cdot 5H_2O$);

– реактив В, приготовленный непосредственно перед определением смешиванием 100 см^3 раствора А, 1 см^3 раствора тартрата натрия-калия и 1 см^3 раствора сульфата меди;

– реактив Фолина (1н. раствор), «Panreac».

Для определения активности кислой фосфатазы при анализе растительных экстрактов использовали: ацетатный буфер (0,05 М, pH 4,7); *п*-нитрофенилфосфат (0,01 М); 0,05 М раствор NaOH.

Для определения содержания хлорофиллов А и В в растительных тканях использовали реактивы: карбонат кальция (ч.д.а.); диметилсульфоксид (ч.д.а.); поливинилпиролидон со средней молярной массой 12600 ± 2700 г/моль (фарм.); экстрагирующий раствор, приготовленный растворением 1,25 г поливинилпиролидона в диметилсульфоксиде в мерной колбе ёмкостью 500 см^3.

Для определения активности каталазы в растительных экстрактах использовали реактивы: фосфатный буфер (0,01 М, pH 6,86); раствор дихромата калия в уксусной кислоте (состав: дихромат калия – 50, г/дм^3; ледяная уксусная кислота – 330 см^3/дм^3); пероксид водорода 0,2 М раствор, приготовленный разбавлением 5 см^3 30%-го раствора пероксида водорода (фарм.) в дистиллированной водой в мерной колбе ёмкостью 250 см^3. Точную концентрацию пероксида водорода в растворе устанавливали перманганатометрически[1].

Приготовление белковых экстрактов. Навеску измельчённых свежих листьев массой 0,2–0,5 г (точная навеска) перетирали в ступке с 0,1-кратным к массе растительного материала объёмом антиоксиданта и 2-кратным объёмом *трис*-HCl буфера. Полученный гомогенат центрифугировали 45 мин. при 10000 об/мин и t=4°C и затем отбирали супернатант. Перед исследованием полученные экстракты предварительно разводили в 10 раз [14].

Определение концентрации белка. Для расчёта удельной активности ферментов определяли концентрацию белка методом Лоури [16]. Содержание белка определяли по способности Cu^{2+} образовывать комплексное соединение с пептидами в щелочной среде. При этом происходит восстановление

[1] ГОСТ Р 54038-2010. Почвы. Методика определения 137Cs. М.: Стандартинформ, 2010.

Cu^{2+} до Cu^{+}. Ионы Cu^{+} реагируют с реактивом Фолина-Чокальтеу с образованием комплекса с максимумом поглощения при 750 нм. Количество комплекса пропорционально содержанию белка в анализируемом образце.

Определение активности каталазы. Для определения активности каталазы использован спектрофотометрический метод [17], в основе которого лежит измерение скорости реакции разложения пероксида водорода под действием каталазы путём определения концентрации неразложившегося пероксида через определённый промежуток от начала реакции. Спектрофотометрическое определение пероксида водорода основано на восстановлении им дихромат-иона в среде уксусной кислоты до иона Cr^{3+}, концентрацию которого определяют по изменению оптической плотности раствора при 570 нм.

Константу скорости разложения пероксида водорода определяли по кинетическому уравнению первого порядка

$$k = \frac{1}{t} \ln \frac{C_0(H_2O_2)}{C_t(H_2O_2)},$$

где:

$C_0(H_2O_2)$ – начальная концентрация пероксида водорода; $C_t(H_2O_2)$ – концентрация пероксида водорода на момент времени t (мин).

За единицу активности фермента принимали изменение концентрации пероксида водорода в растворе за 1 мин. в расчёте на 1 мг белка.

Определение активности кислой фосфатазы. Активность кислой фосфатазы измерялась спектрофотометрически по скорости гидролиза модельного субстрата *n*-нитрофенилфосфата [15]. Количество образовавшегося *n*-нитрофенола определяли по изменению оптической плотности раствора при 415 нм. Количество фермента, которое катализирует образование 1 мкмоль паранитрофенола за 1 мин. при 37 єС в расчёте на 1 мг белка, принимали за единицу активности фермента.

Определение содержания хлорофиллов. Определение содержания хлорофиллов в образцах растительных тканей проводили спектрофотометрически по методике Дж. Д. Барнс [13]. В основе использованного метода лежит экстракция хлорофиллов из исследуемых образцов раствором поливинилпирролидона в диметилсульфоксиде и последующее спектрофотометрическое определение их концентраций по измеренным значениям оптической плотности экстрактов при $\lambda = 665$ нм и $\lambda = 648$ нм и известным удельным показателям поглощения света хлорофиллами *a* и *b*.

Расчёт концентраций хлорофиллов в экстрактах производили по уравнениям:

$$c_A = 14{,}85A^{665} - 5{,}14A^{648}$$

$$c_B = 25{,}48A^{648} - 7{,}36A^{665}$$

$$c_{A+B} = 7.49A^{665} + 20{,}34A^{648},$$

где:

c_A – концентрация хлорофилла А, мкг/см^3;

c_B – концентрация хлорофилла В, мкг/см^3;

c_{A+B} – суммарная концентрация хлорофиллов *a* и *b*, мкг/см^3.

Пересчёт концентраций хлорофиллов в экстракте на концентрации в рас-

тительной ткани (мг/кг) выполняли по формуле:

$$c(мг/кг) = \frac{c(мкг/см^3) \cdot V_{экстракта}(см^3)}{m_{пробы}(г)}$$

Всхожесть растений (табл. 1). По полученным данным, всхожесть лекарственных растений на торфяном грунте («Veltorf») оказалась наиболее низкой: из 5 культур удалось вырастить только тимьян ползучий с невысоким процентом всхожести и наиболее устойчивый кресс-салат. Оптимальная всхожесть проявляется на почвогрунте «Grunt ECO». На грунте «Substrates Select» и контрольной почве полевого севооборота отмечены средние значения всхожести.

В связи с низким количеством фитомассы растений, выращенных на «Veltorf», они не изучались биохимически.

Особенности вегетации. Особенности вегетации растений изучены на примере *Lepidium sativum*. После прорастания растения на всех грунтах успешно прошли стадию развития до появления настоящих листьев. При этом несколько бóльшая скорость роста наблюдалась у растений, выращенных на грунте «Substrates Select». После появления первых листьев были замечены различия в развитии растений на разных грунтах (рис. 1).

Для растений, выращенных на техногенном почвогрунте Grunt ECO (рис. 1а), средняя площадь листовой пластинки на 69 день вегетации составила максимальные 5,7±0,2 см^2. К 69 дню вегетации некоторые растения, выращенные на данном грунте, перешли в генеративную стадию развития, было отмечено наличие цветения. У растений, выращенных на торфяном почвогрунте Veltorf, наблюдалось отмирание первой пары настоящих листьев, после которого большинство растений погибло (рис. 1б). Гибель растений наблюдалась в промежутке меж-

Таблица 1 / Table 1

Всхожесть лекарственных растений и кресс-салата, % / Germination of medicinal plants and watercress, %

Почвогрунт / Растение	Grunt ECO	Veltorf	Substrates Select	Почва полевого севооборота (контроль)
Ромашка аптечная *(Matricaria chamomilla)*	93	0	43	28
Мята перечная *(Mentha piperita)*	56	0	30	43
Тимьян ползучий *(Thymus serpyllum)*	63	23	55	28
Валериана лекарственная *(Valeriana officinalis)*	38	0	47	32
Кресс-салат *(Lepidium sativum)*	96	95	97	95

Источник: данные авторов

А. Растение (69 день вегетации), выращенное на почвогрунте «Grunt ECO»

Б. Растение, выращенное на торфяном почвогрунте «Veltorf»

В. Растение, выращенное на грунте для проращивания семян «Substrates Select»

Г. Растение кресс-салата, выращенное на почве полевого севооборота

Рис. 1 / Fig. 1. Морфологические особенности растений (на 69 день вегетации), выращенных на различных субстратах / Morphological features of plants grown (on day 69 of vegetation) on various substrates

Источник: фото авторов

ду 40 и 50 днём вегетации. Растения, выращенные на грунте для проращивания семян Substrates Select, к 69 дню вегетации находились на генеративной стадии развития, имели в среднем 7–8 пар настоящих листьев (рис. 1в). Средняя площадь листовой пластинки составила 1,2±0,1 см^2. Уродства обнаружены не были. Растения, выращенные на почве полевого севооборота к 69 дню вегетации, находились на ювенильной стадии развития, что, вероятно, связано с их более поздней всхожестью (рис. 1г). Растения развивались без особенностей. Средняя площадь листовой пластинки – 5,1±0,3 см^2.

Концентрация хлорофилла в растительных тканях. В результате проведённого исследования были определены концентрации хлорофиллов в тканях растений, выращенных на различных субстратах, за исключением торфяного грунта «Veltorf» (табл. 2). Хлорофиллы *a* и *b* представляют собой важнейшие компоненты фотосинтетического аппарата растений. Их количественное содержание и отношение характеризует состояние растения.

Анализ тканей выращиваемых растений показал, что у всех растений достигается достаточно высокое содержание хлорофиллов *a* и *b*, сопоставимое со значениями, полученными для растений, выращиваемых на контрольных грунтах. Содержание пигментов достаточно для поддержания гомеостаза. Важным параметром, характеризующим состояние растений, является не только суммарное содержание пигментов, но и их соотношение, поскольку стрессовое воздействие приводит к изменению оптимального соотношения пигментов, тем самым нарушая работу фотосинтетического аппарата растений [2; 8]. При снижении содержания хлорофилла *a* отмечается повышение синтеза хлорофилла *b*, который, компенсируя недостаток основного пигмента, частично берёт на себя его функции [6]. Для исследо-

Таблица 2 / Table 2

Содержание хлорофилла в растительных тканях через 45 суток после посева, мкг/кг / The content of chlorophyll in plant tissues 45 days after sowing, μg/kg

Почвогрунт / Растение	«Grunt ECO»			«Substrates Select»			Почва полевого севооборота (контроль)		
	Концентрация хлорофиллов (С, мкг/кг)								
	a	*b*	*a+b*	*a*	*b*	*a+b*	*a*	*b*	*a+b*
Ромашка аптечная *(Matricaria chamomilla)*	306 ± 15	243 ± 12	549 ± 26	305 ±16	178 ±9	483 ±24	295 ±15	101 ±6	396 ±20
Мята перечная *(Mentha piperita)*	401 ±21	147 ±7	548 ±29	370 ±20	191 ±10	561 ±30	377 ±22	179 ±9	556 ±29
Тимьян ползучий *(Thymus serpyllum)*	411 ±19	121 ±6	532 ±27	401 ±22	118 ±6	519 ±26	396 ±18	145 ±7	541 ±26
Валериана лекарственная *(Valeriana officinalis)*	327 ±17	249 ±14	576 ±32	292 ±16	160 ±9	452 ±25	427 ±20	163 ±8	590 ±30
Кресс-салат *(Lepidium sativum)*	364 ±18	271 ±14	635 ±31	440 ±26	227 ±12	667 ±35	370 ±15	193 ±9	563 ±24

Источник: данные авторов

ванных нами растений не было выявлено изменения соотношения хлорофиллов *a* и *b*, что свидетельствует об оптимальных условиях выращивания и характеристиках почвогрунтов.

*Удельная активность каталазы (табл. 3)***.** Функцией каталаз является снижение уровня перекиси водорода и окисление органических соединений, в т. ч. хлорофилла.

Таблица 3 / Table 3

Значения удельной активности каталазы растений на 45 сутки после посева семян, МЕ/мг белка / The values of the specific activity of plant catalase on the 45th day after sowing the seeds, U/mg

Почвогрунт / Растение	«Grunt ECO»	«Substrates Select»	Почва полевого севооборота (контроль)
	Удельная активность каталазы (МЕ/мг белка)		
Ромашка аптечная *(Matricaria chamomilla)*	0,046±0,002	0,020±0,001	0,025±0,0013
Мята перечная *(Mentha piperita)*	0,012±0,001	0,011±0,001	0,080±0,004
Тимьян ползучий *(Thymus serpyllum)*	0,038±0,001	0,057±0,002	0,036±0,0018
Валериана лекарственная *(Valeriana officinalis)*	0,039±0,002	0,036±0,001	0,069±0,003
Кресс-салат *(Lepidium sativum)*	0.044±0,001	0.033±0,002	0.035±0,002

Источник: данные авторов

Исходя из полученных данных, можно сделать следующее заключение, что по всем видам растений, выращенных на почвогрунтах и контрольной почве, значения удельной активности каталазы невысоки. Таким образом, низкие значения активности каталазы в данном случае свидетельствуют о благоприятных условиях вегетации исследуемых растений.

Вместе с тем для каждого из исследованных растений отмечено изменение активности каталазы в зависимости от типа субстрата. Для каталазы растений характерна видоспецифическая реакция на условия выращивания (в данном случае состав субстратов, на которых выращивались растения), что связано с различной антиоксидантной активностью растений, особенностями биосинтеза ферментов, в т. ч. антиоксидантных, а также с разными механизмами генетического регулирования в условиях стресса, т. е. различной устойчивостью растений. Все вышеназванные особенности биохимии и генетики растений могут обусловливать снижение активности или, наоборот, активацию каталазы у разных видов растений, выращиваемых в одних и тех же условиях [1; 4].

Удельная активность кислой фосфатазы (табл. 4). Гидролиз фосфорных эфиров является критическим процессом в энергетическом метаболизме и метаболической регуляции клеток растений. Ключевую роль в процессах гидролиза органических фосфатов играет фермент кислая фосфатаза. В многочисленных исследованиях отмечено, что дефицит фосфора приводит к увеличению активности кислой фосфатазы в растительных клетках [12; 18].

Полученные результаты в отношении кислой фосфатазы исследуемых растений в совокупности с анализом особенностей вегетации, содержания хлорофилла и активности каталазы позволяют сделать заключение, что исследуемые почвогрунты не являются фитотоксичными и оптимальны для выращивания лекарственных растений и кресс-салата.

Таблица 4 / Table 4

Значения удельной активности кислой фосфатазы в тканях лекарственных растений на 45 день после посева, МЕ/мг белка / The values of the specific activity of acid phosphatase in the tissues of medicinal plants on the 45th day after sowing, U/mg

Почвогрунт / Растение	«Grunt ECO»	«Substrates Select»	Почва полевого севооборота (контроль)
	Удельная активность кислой фосфатазы (МЕ/мг белка)		
Ромашка аптечная *(Matricaria chamomilla)*	0,093±0,0047	0,020±0,001	0,055±0,0028
Мята перечная *(Mentha piperita)*	0,019±0,0009	0,006±0,0003	0,039±0,0019
Тимьян ползучий *(Thymus serpyllum)*	0,043±0,0022	0,067±0,0034	0,031±0,0016
Валериана лекарственная *(Valeriana officinalis)*	0,089±0,0045	0,040±0,002	0,134±0,0067

Источник: составлено авторами

Заключение

Фитооценка 3 почвогрунтов в сравнении с нативной почвой полевого севооборота проведена с использованием кресс-салата (*Lepidium sativum*), который был изучен в качестве тестового объекта, а также 4 видов лекарственных растений: ромашка аптечная (*Matricaria chamomilla*), мята перечная (*Mentha piperita*), тимьян ползучий (*Thymus serpyllum*), валериана лекарственная (*Valeriana officinalis*).

При изучении всхожести, вегетации, содержания хлорофилла показана возможность применения исследованных почвогрунтов «Grunt ECO» и «Substrates Select» для выращивания лекарственных растений, а также кресс-салата. Вместе с тем при оценке фитоприменимости торфяного почвогрунта «Veltorf» отмечена гибель большого количества исследуемых растений.

При проведении биохимической оценки выявлено, что низкие значения активности каталазы в растениях, выращенных на искусственных почвогрунтах, а также на контрольной почве свидетельствуют о благоприятных условиях вегетации исследуемых растений. Полученные результаты в отношении кислой фосфатазы в совокупности с анализом особенностей вегетации, содержания хлорофилла и активности каталазы позволяют сделать заключение, что исследуемые почвогрунты не являются фитотоксичными и оптимальны для выращивания лекарственных растений и кресс-салата.

ЛИТЕРАТУРА

1. Активность каталазы травянистых растений в условиях загрязнения городской среды / А. С. Петухов, Н. А. Хритохин, Т. А. Кремлева, Г. А. Петухова // Самарский научный вестник. 2019. Т. 8. № 1. С. 90–95.
2. Бухарина И. Л., Журавлёва А. Н., Болышова О. Г. Городские насаждения: экологический аспект. Ижевск: Удмуртский университет, 2012. 206 с.
3. Дылис Н. В. Программа и методика биогеоценологических исследований. М.: Наука, 1974. 404 с.
4. Колесниченко В. В., Колесниченко А. В. Изучение влияния высокой концентрации кадмия на функционирование антиоксидантных систем этиолированных проростков пшеницы разной длины // Journal of Stress Physiology and Biochemistry. 2011. Vol. 7. № 3. P. 212–221.
5. Кубрина Л. В., Супиниченко Е. А. Использование кресс-салата как тест-объекта для оценки загрязнения снежного покрова // Научное обозрение (биология). 2021. № 1. С. 12–15.
6. Кунина В. А., Белоус О. Г. Состояние фотосинтетических пигментов листьев древесных растений в условиях городской среды // Учёные записки Крымского федерального университета имени В. И. Вернадского. Биология. Химия. 2020. Т. 6. № 2. С. 108–118.
7. Литвинов С. С. Методика полевого опыта в овощеводстве. М.: Всероссийский научно-исследовательский институт овощеводства, 2011. 650 с.
8. Максимова Е. В., Косицына А. А., Макурина О. Н. Влияние антропогенных факторов химической природы на некоторые эколого-биохимические характеристики растений // Вестник Самарского государственного университета. Естественнонаучная серия. 2007. № 8. С. 146–152.
9. Оценка качества почвогрунтов и их компонентов по показателям содержания неорганических веществ / А. С. Чепрасова, М. А. Севостьянов, Н. Г. Новикова,

А. А. Колкова, А. В. Маршева, Д. Б. Петренко, Н. В. Васильев //Агрохимический вестник. 2023. № 3. С. 70–74.
10. Пендюрин Е. А., Святченко А. В., Кирюшина Н. Ю. Способ восстановления нарушенных территорий // Вектор ГеоНаук. 2022. № 1. С. 83–89.
11. Почвогрунт: обзор методов получения и возможностей применения / А. П. Глинушкин, Л. Л. Свиридова, М. А. Севостьянов, И. И. Сычева, Е. В. Гришина // Биотика. 2018. № 6. С. 10–19.
12. Acid phosphatase activity in phosphorus-deficient white lupin roots / G. A. Gilbert, J. D. Knight, C. P. Vance, D. L. Allan // Plant, Cell and Environment. 1999. Vol. 22. P. 801–810.
13. A reappraisal of the use of DMSO for the extraction and determination of chlorophylls *a* and *b* in lichens and higher plants / J. D. Barnes, L. Balaguer, E. Manrique, S. Elvira, A. W. Davison // Environmental and Experimental Botany. 1992. № 32. P. 85–100.
14. Biochemical and antioxidant proprieties associated with the adaptation of faba bean (*Vicia faba* L.) – rhizobia symbiosis to phosphorus deficit / M. Mouradi, M. Farissi, A. Khadraji, B. Makoudi, C. Ghoulam // Journal of Materials and Environmental Science. 2018. № 9. P. 1574–1581.
15. Heinonen J. K., Lahti R. A. A new and convenient colorimetric determination to the assay of inorganic pyrophosphatase // Analytical Biochemistry. 1981. Vol. 113. № 2. P. 313–317.
16. Protein measurement with the Folin Phenol Reagent / O. H. Lowry, N. J. Rosenbrought, A. L. Farr, R. L. Rangal // Journal of Biological Chemistry. 1951. Vol. 193. № 2. P. 265–275.
17. Sinha A. K. Colorimetric assay of catalase // Analytical Biochemistry. 1972. № 47. P. 389–394.
18. Żebrowska E., Bujnowska E., Ciereszko I. Differential responses of oat cultivars to phosphate deprivation: plant growth and acid phosphatase activities // Acta Physiologiae Plantarum. 2011. Vol. 34. P. 1251–1260.

REFERERNCES

1. Petukhov A. S., Khritokhin N. A., Kremleva T. A., Petukhova G. A. [Activity of catalase in herbaceous plants under urban pollution conditions]. In: *Samarskiy nauchnyy vestnik* [Samara Scientific Bulletin], 2019, vol. 8, no. 1, pp. 90–95.
2. Bukharina I. L., Zhuravleva A. N., Bolyshova O. G. *Gorodskiye nasazhdeniya: ekologicheskiy aspekt* [Urban plantings: environmental aspect]. Izhevsk: Udmurtskiy universitet Publ., 2012. 206 p.
3. Dylis N. V. *Programma i metodika biogeotsenologicheskikh issledovaniy* [Program and methodology of biogeocenological research]. Moscow, Nauka Publ., 1974. 404 p.
4. Kolesnichenko V. V., Kolesnichenko A. V. [Study of the effect of high concentrations of cadmium on the functioning of antioxidant systems of etiolated wheat seedlings of different lengths]. In: *Zhurnal fiziologii i biokhimii stressa* [Journal of Stress Physiology and Biochemistry], 2011, vol. 7, no. 3, pp. 212–221.
5. Kubrina L. V., Supinichenko E. A. [Using watercress as a test object for assessing snow cover pollution]. In: *Nauchnoye obozreniye (biologiya)* [Scientific review (biology)], 2021, no. 1, pp. 12–15.
6. Kunina V. A., Belous O. G. [The state of photosynthetic pigments of leaves of woody plants in an urban environment]. In: *Uchonyye zapiski Krymskogo federal'nogo universiteta imeni V. I. Vernadskogo. Biologiya. Khimiya* [Scientific notes of the Crimean Federal University named after V. I. Vernadsky. Biology. Chemistry], 2020, vol. 6, no. 2, pp. 108–118.
7. Litvinov S. S. *Metodika polevogo opyta v ovoshchevodstve* [Methodology of field experience

in vegetable growing]. Moscow, Vserossiyskiy nauchno-issledovatelskiy institut ovoshchevodstva Publ., 2011. 650 p.
8. Maksimova E. V., Kositsyna A. A., Makurina O. N. [Influence of anthropogenic factors of chemical nature on some ecological and biochemical characteristics of plants]. In: *Vestnik Samarskogo gosudarstvennogo sluzhashchego universiteta. Yestestvennonauchnaya seriya* [Bulletin of Samara State University. Natural science series], 2007, no. 8, pp. 146–152.
9. Cheprasova A. S., Sevostyanov M. A., Novikova N. G., Kolkova A. A., Marsheva A. V., Petrenko D. B., Vasiliev N. V. [Assessing the quality of soils and their components based on the content of inorganic substances]. In: *Agrokhimicheskiy vestnik* [Agrochemical Bulletin], 2023, no. 3, pp. 70–74.
10. Pendyurin E. A., Svyatchenko A. V., Kiryushina N. Yu. [Method for restoring disturbed territories]. In: *Vektor GeoNauk* [Vector Geosciences], 2022, no. 1, pp. 83–89.
11. Glinushkin A. P., Sviridova L. L., Sevostyanov M. A., Sycheva I. I., Grishina E. V. [Soil: review of production methods and application possibilities]. In: *Biotika* [Biotika], 2018, no. 6, pp. 10–19.
12. Gilbert G. A., Knight J. D., Vance C. P., Allan D. L. Acid phosphatase activity in phosphorus-deficient white lupin roots. In: *Plant, Cell and Environment*, 1999, vol. 22, pp. 801–810.
13. Barnes J. D., Balaguer L., Manrique E., Elvira S., Davison A. W. A reappraisal of the use of DMSO for the extraction and determination of chlorophylls *a* and *b* in lichens and higher plants. In: *Environmental and Experimental Botany*, 1992, no. 32, pp. 85–100.
14. Mouradi M., Farissi M., Khadraji A., Makoudi B., Ghoulam C. Biochemical and antioxidant proprieties associated with the adaptation of faba bean (*Vicia faba* L.) – rhizobia symbiosis to phosphorus deficit. In: *Journal of Materials and Environmental Science*, 2018, no. 9, pp. 1574–1581.
15. Heinonen J. K., Lahti R. A. A new and convenient colorimetric determination to the assay of inorganic pyrophosphatase. In: *Analytical Biochemistry*, 1981, vol. 113, no. 2, pp. 313–317.
16. Lowry O. H., Rosenbrought N. J., Farr A. L., Rangal R. L. Protein measurement with the Folin Phenol Reagent. In: *Journal of Biological Chemistry*, 1951, vol. 193, no. 2, pp. 265–275.
17. Sinha A. K. Colorimetric assay of catalase. In: *Analytical Biochemistry*, 1972, no 47, pp. 389–394.
18. Żebrowska E., Bujnowska E., Ciereszko I. Differential responses of oat cultivars to phosphate deprivation: plant growth and acid phosphatase activities. In: *Acta Physiologiae Plantarum*, 2011, vol. 34, pp. 1251–1260.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Дроганова Татьяна Сергеевна – старший преподаватель кафедры теоретической и прикладной химии факультета естественных наук, Государственный университет просвещения;
e-mail: tatyanadroganova@gmail.com

Севостьянов Михаил Анатольевич – кандидат технических наук, руководитель центра Всероссийского научно-исследовательского института фитопатологии;
e-mail: cmakp@mail.ru

Мазуркевич Анастасия Александровна – магистрант факультета естественных наук, Государственный университет просвещения;
e-mail: timocha3k@gmail.com

Давыдова Елизавета Денисовна – магистрант факультета естественных наук, Государственный университет просвещения;
e-mail: elizaveta.dav@yandex.ru

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Tatyana S. Droganova – Senior Lecturer, Department of Theoretical and Applied Chemistry, Faculty of Natural Sciences, State University of Education;
e-mail: tatyanadroganova@gmail.com

Mikhail A. Sevostyanov – PhD (Technica), Head of the Center, All-Russian Research Institute of Phytopathology;
e-mail: cmakp@mail.ru

Anastasia A. Mazurkevich – Master's Degree Student, Faculty of Natural Sciences, State University of Education;
e-mail: timocha3k@gmail.com

Elizaveta D. Davydova – Master's Degree Student, Faculty of Natural Sciences, State University of Education;
e-mail: elizaveta.dav@yandex.ru

ПРАВИЛЬНАЯ ССЫЛКА НА СТАТЬЮ

Оценка применимости искусственных почвогрунтов для выращивания растений / Т. С. Дроганова, М. А. Севостьянов, А. А. Мазуркевич, Е. Д. Давыдова // Географическая среда и живые системы. 2023. № 3. С. 186–199.
DOI: 10.18384/2712-7621-2023-3-186-199

FOR CITATION

Droganova T. S., Sevostyanov M. A., Mazurkevich A. A., Davydova E. D. Determination of the possibility of using artificial soils for growing plants. In: *Geographical Environment and Living Systems*, 2023, no. 3, pp. 186–199.
DOI: 10.18384/2712-7621-2023-3-186-199

ГЕОГРАФИЧЕСКАЯ СРЕДА И ЖИВЫЕ СИСТЕМЫ / GEOGRAPHICAL ENVIRONMENT AND LIVING SYSTEMS

Рецензируемые научные журналы издаются Государственным университетом просвещения 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 в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций.

Полнотекстовая версия журнала доступна в Интернете на платформе Научных электронных библиотек (www.elibrary.ru, cyberleninka.ru), а также на сайтах журнала (www.geoecosreda.ru; www.vestnik-mgou.ru).

ГЕОГРАФИЧЕСКАЯ СРЕДА И ЖИВЫЕ СИСТЕМЫ /
GEOGRAPHICAL ENVIRONMENT AND LIVING SYSTEMS

2023. № 3

Над номером работали:

Литературный редактор С. Ю. Полякова
Переводчик А. Ю. Назарова
Корректор А. А. Глазунова
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
сайты: www.geoecosreda.ru; www.vestnik-mgou.ru

Формат 70x108/16. Бумага офсетная. Печать офсетная. Гарнитура «Minion Pro».
Тираж 500 экз. Усл. п.л. 12,5, уч.-изд. л. 11,5.
Подписано в печать: 31.10.2023. Выход в свет: 29.12.2023. Заказ № 2023/10-04.
Отпечатано в Государственном университете просвещения
105005, г. Москва, ул. Радио, 10А